

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352837

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 2001-154122 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

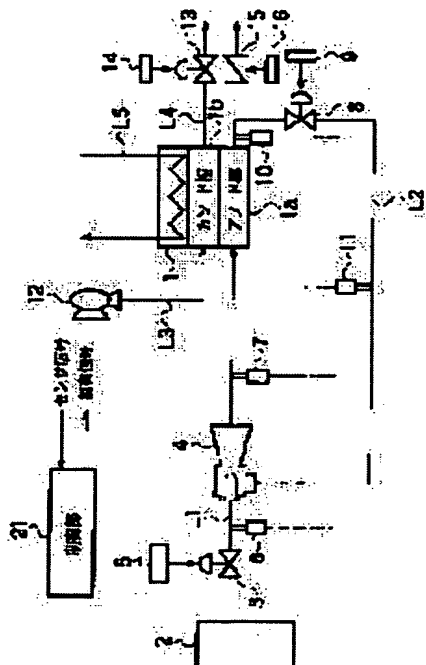
(22)Date of filing : 23.05.2001 (72)Inventor : SAITO KAZUO

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly provide a stable power generation output, with no fuel gas exhausted at the start-up of a fuel cell stack.

SOLUTION: A control part 21 is provided which controls a fuel gas supply device 2 and a supply pressure control valve 3 to supply the fuel gas to a fuel cell stack 1 at a prescribed pressure when the fuel cell stack 1 is started, and controls a circulation control valve 8 to be closed so that the fuel gas is sealed up in the fuel cell stack 1 at a prescribed seal-in pressure, and after that, starts taking the generated power from the fuel cell stack 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.11.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While being constituted by an oxidizer pole and the fuel electrode on both sides of an electrolyte membrane and supplying oxidizer gas to the above-mentioned oxidizer pole side The fuel cell which fuel gas is supplied to the above-mentioned fuel electrode side, and is generated, and an oxidizer gas supply means to supply oxidizer gas to the above-mentioned fuel cell through oxidizer gas supply passage, A fuel gas supply means to supply fuel gas to the above-mentioned fuel cell through fuel gas supply passage, The fuel gas pressure control valve which controls the fuel gas pressure which it is arranged in the above-mentioned fuel gas supply passage, and is supplied to the above-mentioned fuel cell from the above-mentioned fuel gas supply means, A circulation means to circulate through the fuel gas discharged from the fuel gas exhaust port of the above-mentioned fuel cell to the fuel gas feed hopper of the above-mentioned fuel cell through a fuel gas circulating flow way, The 1st circulation control valve which is near the fuel gas exhaust port of the above-mentioned fuel cell, is arranged in the above-mentioned fuel gas circulating flow way, and controls the fuel gas pressure in the above-mentioned fuel cell, While controlling the above-mentioned fuel gas pressure control valve to face starting the above-mentioned fuel cell and to supply fuel gas to the above-mentioned fuel cell by the predetermined pressure from the above-mentioned fuel gas supply means The fuel cell system characterized by having the control means which starts the ejection of the generated output of the above-mentioned fuel cell after carrying out control which makes a closed state the above-mentioned 1st circulation control valve so that fuel gas may be enclosed with predetermined charged pressure in the above-mentioned fuel cell.

[Claim 2] the fuel cell system according to claim 1 characterized by for the above-mentioned control means to carry out the control which controls the above-mentioned fuel-gas pressure control valve to consider as a pressure at the time of the power fetch to which the pressure of the fuel gas which supplies to the above-mentioned fuel cell made increase temporarily than the above-mentioned predetermined pressure from start the ejection of the generated output of the above-mentioned fuel cell , simultaneously the above-mentioned fuel-gas supply means , and enlarges the opening of the above-mentioned 1st circulation-control valve after predetermined-time progress .

[Claim 3] It is the fuel cell system according to claim 2 which is further equipped with a temperature detection means to detect the temperature of the above-mentioned fuel cell, and is characterized by for the above-mentioned control means to set up the ejection initiation timing of a pressure and the generated output of the above-mentioned fuel cell according to the temperature of the above-mentioned fuel cell detected with the above-mentioned temperature detection means when starting the above-mentioned fuel cell at the time of the above-mentioned predetermined charged pressure and the above-mentioned power fetch.

[Claim 4] The above-mentioned control means is a fuel cell system according to claim 2 characterized by to set up the ejection initiation timing of a pressure and the generated output of the above-mentioned fuel cell according to the pressure of the fuel gas which it faces stopping the above-mentioned fuel cell, and the above-mentioned 1st circulation control valve is made into a closed state, fuel gas is enclosed in the above-mentioned fuel cell, and it faces starting the above-mentioned fuel cell next, and is carrying out the remainder into the above-mentioned fuel cell at the time of the above-mentioned power fetch.

[Claim 5] The fuel cell system according to claim 1 characterized by to have further a condition

detection means detect the condition of the above-mentioned fuel cell, an amount operation means of circulating flow calculate the amount of the above-mentioned fuel-gas circulating-flow way of circulating flow based on the condition of the above-mentioned fuel cell detected with the above-mentioned condition detection means, and the amount control means of circulating flow that control the opening of the above-mentioned 1st circulation-control valve according to the amount of circulating flow which calculated with the above-mentioned amount operation means of circulating flow.

[Claim 6] It has further the 2nd circulation control valve prepared near the fuel gas feed hopper of the above-mentioned fuel cell. The above-mentioned control means Control which makes a closed state the above-mentioned 1st circulation control valve and the 2nd circulation control valve, and encloses fuel gas with predetermined charged pressure in the above-mentioned fuel cell before starting of the above-mentioned fuel cell after supplying fuel gas by the predetermined pressure is carried out. The above-mentioned fuel gas pressure control valve is controlled to supply fuel gas by the pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure. The fuel cell system according to claim 1 characterized by carrying out control which changes the above-mentioned 2nd circulation control valve into an open condition, and enlarges the opening of the above-mentioned 1st circulation control valve after predetermined time progress to starting the ejection of the generated output of the above-mentioned fuel cell, and coincidence.

[Claim 7] It is the fuel cell system according to claim 6 which is further equipped with a temperature detection means detect the temperature of the above-mentioned fuel cell, and is characterized by for the above-mentioned control means to set up the control timing of the above-mentioned predetermined charged pressure, a pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure, the above-mentioned 1st circulation control valve, and the 2nd circulation control valve according to the temperature of the above-mentioned fuel cell detected with the above-mentioned temperature detection means when starting the above-mentioned fuel cell.

[Claim 8] The above-mentioned control means is the fuel cell system according to claim 6 characterized by to set up the control timing of a pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure, the above-mentioned 1st circulation-control valve, and the 2nd circulation-control valve according to the pressure which it faces stopping the above-mentioned fuel cell, and the above-mentioned 1st circulation-control valve and the 2nd circulation-control valve are made into a closed state, fuel gas is enclosed in the above-mentioned fuel cell, and it faces starting the above-mentioned fuel cell next, and is carrying out the remainder into the above-mentioned fuel cell.

[Claim 9] The open valve which is prepared in the fuel gas exhaust port side of the above-mentioned fuel cell, and emits fuel gas outside, After facing performing purge actuation and making small the opening of the above-mentioned 1st circulation control valve, while considering the opening of the above-mentioned 2nd circulation control valve as full admission, the above-mentioned open valve is changed into an open condition. The fuel cell system according to claim 6 characterized by having further the purge control means which carries out purge actuation of the fuel gas passage in the above-mentioned fuel cell, and a fuel gas circulating flow way.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel cell system which supplies fuel gas and oxidizer gas to a fuel cell, and starts a generation of electrical energy of a fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional fuel cell system, what used the so-called fuel cell stack is known as a source of a generation of electrical energy. It comes to carry out two or more laminatings of the fuel cell structure which the fuel cell stack consisted of on both sides of the solid-state polyelectrolyte film with the oxidizer pole and the fuel electrode through a separator. In this fuel cell system, while supplying a fuel electrode by making hydrogen into fuel gas at a fuel cell stack, by supplying the air containing oxygen to an air pole, hydrogen and oxygen are made to react electrochemically and carry out direct conversion.

[0003] A generation-of-electrical-energy reaction is influenced by the diffusion condition of the mass transfer rate within an electrolyte membrane, and fuel gas and oxidizer gas in this fuel cell stack. Therefore, in the conventional fuel cell system, the fuel gas and oxidizer gas of more amounts than the fuel gas and oxidizer gas corresponding to ejection power from a fuel cell stack needed to be supplied, and the fuel gas which does not contribute to a reaction was discarded.

[0004] On the other hand, in the conventional fuel cell system, in order to lessen the amount of abolition of fuel gas, by using the ejector pump which circulates through the fuel gas discharged from the fuel cell stack to the fuel electrode side of a fuel cell stack again, the fuel gas circulatory system was constituted and abolition of useless fuel gas was controlled.

[0005] Various things are proposed in order that the fuel cell system which has such the fuel gas circulatory system may stabilize the generation-of-electrical-energy output of a fuel cell stack. In the conventional fuel cell system, since the ratio of the amount of supply and a circulating load was determined by only the fuel gas pressure through which did not control the ratio of the amount of supply of fuel gas, and a circulating load, and it circulated, there was a problem of changing sharply according to the service condition of a fuel cell stack.

[0006] Then, in JP,9-213353,A, the fuel gas flow control valve which adjusts the flow rate of fuel gas was arranged in the fuel gas circulation path which constitutes the fuel gas circulatory system. According to the load of a fuel cell stack, such a fuel cell system is adjusting the flow rate and pressure of a fuel gas circulation path, and has proposed operation of the always stabilized fuel cell stack.

[0007] An example of the conventional fuel cell system is shown in drawing 13.

[0008] This fuel cell system is equipped with the fuel gas supply path L101 which supplies fuel gas to the anode pole (fuel electrode) of the fuel cell stack 101, the fuel gas circulation path L102 of circulating through fuel gas, the air supply path L103 which supplies air to the cathode pole (oxidizer pole) of the fuel cell stack 101 from air supply equipment 111, and the cooling intermediation general circulation path L104 which supplies a cooling medium to the fuel cell stack 101, and is constituted.

[0009] Moreover, it has two or more pressure sensors 113, and this fuel cell system is constituted while having the exhaust-gas-pressure regulator valve 112 which adjusts the air pressure in the fuel cell stack 101.

[0010] In such a fuel cell system, while regulating the pressure of the fuel gas accumulated in the fuel gas feeder 121 with the supply pressure adjustment valve 122 and supplying the fuel cell stack 101 through an ejector pump 123, the fuel gas discharged from the fuel cell stack 101 is again supplied to the fuel cell stack 101 with an ejector pump 123 through the fuel gas circulation path L102.

[0011] In this fuel cell system, in order to accumulate fuel gas sufficient in the fuel gas circulation path L102 at the time of starting, while starting supply of fuel gas from the fuel gas feeder 121, the open valve 124 prepared in the fuel gas blowdown side of the fuel cell stack 101 is first changed into an open condition. This permutes the air which remained in the fuel gas circulation path L102 before starting by fuel gas. And an open valve 124 is made into a closed state, and it becomes a generation-of-electrical-energy preparation completion.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, in the conventional fuel cell system which used the ejector pump 123 for the anode side When taking out power from the fuel cell stack 101 at the time of starting, power is taken out first. Since fuel gas begins to flow from the fuel-supply passage L101 to an ejector pump 123 only after the pressure in the fuel cell stack 101 becomes low by the consumed fuel gas, The rate of flow in the ejector nozzle section is small, and since the failure of pressure near the ejector nozzle section is not generated steeply, either, sufficient pumpability cannot be acquired.

[0013] Therefore, in the conventional fuel cell system, fuel gas circulating load sufficient at the time of starting may be unable to be obtained. Therefore, in the conventional fuel cell system, there was a trouble that it was stabilized and the generated output considered as a request could not be taken out after starting of the fuel cell stack 101.

[0014] Moreover, in order to solve this, in the conventional fuel cell system, form an open valve 124, make a part of fuel gas circulation path L102 the configuration which can be opened outside at the time of starting, and supply of fuel gas is started for an open valve 124 in the state of open. Although the technique of starting the ejection of generated output from the fuel cell stack 101 is also proposed in the condition that secure the rate of flow in the ejector nozzle section, and sufficient fuel gas for the fuel gas circulation path L102 circulates Amount of circulating flow sufficient in the fuel gas circulation path L102 is obtained, and after the ejection of power is stabilized, in order to close an open valve 124, there is a trouble that it is necessary to discard the fuel gas of a considerable amount by then.

[0015] Then, this invention is proposed in view of the actual condition mentioned above, and offers the fuel cell system which can obtain the generation-of-electrical-energy output promptly stabilized at the time of starting of a fuel cell stack.

[0016]

[Means for Solving the Problem] In order to solve an above-mentioned technical problem, in invention concerning claim 1 While being constituted by an oxidizer pole and the fuel electrode on both sides of an electrolyte membrane and supplying oxidizer gas to the above-mentioned oxidizer pole side The fuel cell which fuel gas is supplied to the above-mentioned fuel electrode side, and is generated, and an oxidizer gas supply means to supply oxidizer gas to the above-mentioned fuel cell through oxidizer gas supply passage, A fuel gas supply means to supply fuel gas to the above-mentioned fuel cell through fuel gas supply passage, The fuel gas pressure control valve which controls the fuel gas pressure which it is arranged in the above-mentioned fuel gas supply passage, and is supplied to the above-mentioned fuel cell from the above-mentioned fuel gas supply means, A circulation means to circulate through the fuel gas discharged from the fuel gas exhaust port of the above-mentioned fuel cell to the fuel gas feed hopper of the above-mentioned fuel cell through a fuel gas circulating flow way, The 1st circulation control valve which is near the fuel gas exhaust port of the above-mentioned fuel cell, is arranged in the above-mentioned fuel gas circulating flow way, and controls the fuel gas pressure in the above-mentioned fuel cell, While controlling the above-mentioned fuel gas pressure control valve to face starting the above-mentioned fuel cell and to supply fuel gas to the above-mentioned fuel cell by the predetermined pressure from the above-mentioned fuel gas supply means After carrying out control which makes a closed state the above-mentioned 1st circulation control valve so that fuel gas may be enclosed with predetermined charged

pressure in the above-mentioned fuel cell, it has the control means which starts the ejection of the generated output of the above-mentioned fuel cell.

[0017] the above-mentioned control means controls the above-mentioned fuel-gas pressure control valve to consider as a pressure at the time of the power fetch to which the pressure of the fuel gas supplied to the above-mentioned fuel cell made increase from starting the ejection of the generated output of the above-mentioned fuel cell, simultaneously the above-mentioned fuel-gas supply means more nearly temporarily than the above-mentioned predetermined pressure, and carries out the control which enlarges the opening of the above-mentioned 1st circulation-control valve after predetermined-time progress in invention concerning claim 2.

[0018] In invention concerning claim 3, it has further a temperature detection means to detect the temperature of the above-mentioned fuel cell, and the above-mentioned control means sets up the ejection initiation timing of a pressure and the generated output of the above-mentioned fuel cell according to the temperature of the above-mentioned fuel cell detected with the above-mentioned temperature detection means at the time of the above-mentioned predetermined charged pressure and the above-mentioned power fetch, when starting the above-mentioned fuel cell.

[0019] In invention concerning claim 4, the above-mentioned control means sets up the ejection initiation timing of a pressure and the generated output of the above-mentioned fuel cell according to the pressure of the fuel gas which it faces stopping the above-mentioned fuel cell, and the above-mentioned 1st circulation control valve is made into a closed state, fuel gas is enclosed in the above-mentioned fuel cell, and it faces starting the above-mentioned fuel cell next, and is carrying out the remainder into the above-mentioned fuel cell at the time of the above-mentioned power fetch.

[0020] In invention concerning claim 5, it has further a condition detection means detect the condition of the above-mentioned fuel cell, an amount operation means of circulating flow calculate the amount of the above-mentioned fuel-gas circulating-flow way of circulating flow based on the condition of the above-mentioned fuel cell detected with the above-mentioned condition detection means, and the amount control means of circulating flow that control the opening of the above-mentioned 1st circulation-control valve according to the amount of circulating flow which calculated with the above-mentioned amount operation means of circulating flow.

[0021] In invention concerning claim 6, it has further the 2nd circulation control valve prepared near the fuel gas feed hopper of the above-mentioned fuel cell. The above-mentioned control means Control which makes a closed state the above-mentioned 1st circulation control valve and the 2nd circulation control valve, and encloses fuel gas with predetermined charged pressure in the above-mentioned fuel cell before starting of the above-mentioned fuel cell after supplying fuel gas by the predetermined pressure is carried out. The above-mentioned fuel gas pressure control valve is controlled to supply fuel gas by the pressure higher than predetermined charged pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure. Control which changes the above-mentioned 2nd circulation control valve into an open condition, and enlarges the opening of the above-mentioned 1st circulation control valve after predetermined time progress is carried out to starting the ejection of the generated output of the above-mentioned fuel cell, and coincidence.

[0022] In invention concerning claim 7, it has further a temperature detection means to detect the temperature of the above-mentioned fuel cell, and the above-mentioned control means sets up the control timing of the above-mentioned predetermined charged pressure, a pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure, the above-mentioned 1st circulation control valve, and the 2nd circulation control valve according to the temperature of the above-mentioned fuel cell detected with the above-mentioned temperature detection means, when starting the above-mentioned fuel cell.

[0023] In invention concerning claim 8, the above-mentioned control means sets up the control timing of a pressure higher than predetermined charged pressure, the above-mentioned 1st circulation control valve, and the 2nd circulation control valve according to the pressure which it faces stopping the above-mentioned fuel cell, and the above-mentioned 1st circulation control valve and the 2nd circulation control valve are made into a closed state, fuel gas is enclosed in the above-mentioned fuel cell, and it faces starting the above-mentioned fuel cell next, and is carrying out the remainder into the above-mentioned fuel cell.

[0024] It is prepared in the fuel-gas exhaust port side of the above-mentioned fuel cell, and after

facing performing purge actuation with the open valve which emits fuel gas outside and making small the opening of the above-mentioned 1st circulation-control valve, by invention concerning claim 9, it has further the purge control means which changes the above-mentioned open valve into an open condition while considering the opening of the above-mentioned 2nd circulation-control valve as full admission, and carries out in purge actuation of the fuel-gas passage in the above-mentioned fuel cell, and a fuel-gas circulating-flow way.

[0025]

[Effect of the Invention] While according to invention concerning claim 1 facing starting a fuel cell and supplying fuel gas to a fuel cell by the predetermined pressure Since the ejection of the generated output of a fuel cell is started after carrying out control which makes the 1st circulation control valve a closed state so that fuel gas may be enclosed with predetermined charged pressure in a fuel cell Since the fuel gas enclosed with fuel cell inlet-port passage and a circulating flow way by the pressure set up highly beforehand flows into a fuel cell entrance side at a stretch with generation-of-electrical-energy initiation, Rapid lowering of the output voltage of the fuel cell by the lack of fuel gas in a fuel cell immediately after supplying sufficient fuel gas to an output and taking out generated output can be controlled.

[0026] Therefore, according to the fuel cell system concerning claim 1, the fuel gas rate of flow supplied to a fuel cell is made to increase at the time of ejection initiation of generated output, and the output power which demonstrated the effectiveness as a circulation means enough and was stabilized promptly can be obtained.

[0027] According to invention concerning claim 2, to starting the ejection of the generated output of a fuel cell, and coincidence Since control which considers as a pressure at the time of the power fetch to which the pressure of the fuel gas supplied to a fuel cell was made to increase more nearly temporarily than a predetermined pressure, and enlarges the opening of the 1st circulation control valve after predetermined time progress is carried out When the 1st circulation control valve is changed into an open condition, while preventing the back run of the fuel gas from a fuel gas circulating flow way to the fuel gas exhaust port of a fuel cell, the effectiveness as a circulation means can be demonstrated enough [further].

[0028] Since according to invention concerning claim 3 the ejection initiation timing of a pressure and the generated output of a fuel cell is set up according to the temperature of the detected fuel cell at the time of predetermined charged pressure and power fetch when starting a fuel cell, irrespective of the cold machine of the fuel cell when starting, and warming up, it is stabilized and the optimal output power according to the temperature condition of a fuel cell can be taken out.

[0029] According to invention concerning claim 4, face stopping a fuel cell, make the 1st circulation control valve into a closed state, and fuel gas is enclosed in a fuel cell. Next, since the ejection initiation timing of a pressure and the generated output of a fuel cell is set up according to the pressure of the fuel gas which it faces starting a fuel cell and is carrying out the remainder into the fuel cell at the time of power fetch The time amount which a reboot takes can be shortened being able to use purge actuation for the permutation of the gas in passage as unnecessary at the time of a reboot.

[0030] Since the opening of the 1st circulation control valve is controlled according to the amount of circulating flow which calculated the amount of circulating flow of a fuel gas circulating flow way, and calculated and obtained it based on the condition of a fuel cell according to invention concerning claim 5, the operational status of the optimal fuel cell is realizable by controlling the amount of circulating flow by the 1st circulation control valve proper.

[0031] According to invention concerning claim 6, control which makes a closed state the 1st circulation control valve and the 2nd circulation control valve, and encloses fuel gas with predetermined charged pressure in a fuel cell before starting of a fuel cell after supplying fuel gas by the predetermined pressure is carried out. A fuel gas pressure control valve is controlled to supply fuel gas by the pressure higher than predetermined charged pressure. Since control which changes the 2nd circulation control valve into an open condition, and enlarges the opening of the 1st circulation control valve after predetermined time progress is carried out to starting the ejection of the generated output of a fuel cell, and coincidence The quick fuel gas of the rate of flow can be supplied toward a fuel cell from the lower stream of a river of the 1st circulation control valve at the

time of generated output ejection initiation, and the generated output at the time of starting can be stabilized still more quickly.

[0032] According to invention concerning claim 7, the temperature of the fuel cell detected with the temperature detection means when starting a fuel cell is embraced. Since the control timing of predetermined charged pressure, a pressure higher than predetermined charged pressure, the 1st circulation control valve, and the 2nd circulation control valve is set up While being stabilized and being able to take out the optimal generated output according to the temperature condition of a fuel cell irrespective of the cold machine of the fuel cell when starting, and warming up, the generated output stabilized more quickly can be taken out.

[0033] According to invention concerning claim 8, face stopping a fuel cell, make the 1st circulation control valve and the 2nd circulation control valve into a closed state, and fuel gas is enclosed in a fuel cell. Next, since the control timing of a pressure higher than predetermined charged pressure, the 1st circulation control valve, and the 2nd circulation control valve is set up according to the pressure which it faces starting a fuel cell and is carrying out the remainder into the fuel cell Even if it is after suspending the ejection of the generated output of a fuel cell, the generated output stabilized more quickly can be taken out.

[0034] After according to invention concerning claim 9 facing performing purge actuation and making the opening of the 1st circulation control valve small, while considering the opening of the 2nd circulation control valve as full admission, an open valve is changed into an open condition. Since purge actuation of the fuel gas passage in a fuel cell and a fuel gas circulating flow way is carried out Nitrogen and the water of condensation which were accumulated in the ***** passage which brings forward the distributed gas rate of flow can be made easy to discharge, while preventing the back run which flows from a circulating flow way to a direct open valve and stabilizing the amount of circulating flow after a purge quickly, when an open valve opens at the time of a purge.

[0035]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0036] This invention is applied to the fuel cell system of the example of the 1st configuration constituted as shown in drawing 1.

[0037] [the example of the 1st configuration of a fuel cell system] -- this fuel cell system The fuel gas supply passage L1 which supplies fuel gas to anode pole 1a of the fuel cell stack 1 as shown in drawing 1, The fuel gas circulating flow way L2 which circulates through the fuel gas discharged from anode pole 1a of the fuel cell stack 1, It has the oxidizer gas supply passage L3 which supplies oxidizer gas to cathode pole 1b of the fuel cell stack 1, the oxidizer gas blowdown passage L4 which discharges the oxidizer gas discharged from cathode pole 1b, and the cooling intermediation general circulation passage L5 which circulates a cooling medium in the fuel cell stack 1.

[0038] Moreover, this fuel cell system is equipped with the control section 21 which controls the whole system. This control section 21 controls the start up of the fuel cell stack 1, a halt, etc. by outputting a control signal to below-mentioned each part.

[0039] The fuel gas feeder 2 which accumulates fuel gas, the supply pressure-limiting valve 3, and the ejector pump 4 are arranged in the fuel gas supply passage L1. Moreover, in this supply pressure-limiting valve 3, it has the 1st actuator 5 which adjusts the opening of the supply pressure-limiting valve 3, the 1st pressure sensor 6 arranged between the supply pressure-limiting valve 3 and the ejector pump 4, and the 2nd pressure sensor 7 arranged between the ejector pump 4 and the fuel cell stack 1.

[0040] In this fuel cell system, it makes it face to generate the fuel cell stack 1, and referring to the sensor signal detected with the 1st pressure sensor 6 and the 2nd pressure sensor 7 by the control section 21, the 1st actuator 5 is controlled by the control section 21, and fuel gas is supplied to anode pole 1a of the fuel cell stack 1 through an ejector pump 4 so that the opening of the supply pressure-limiting valve 3 may be adjusted.

[0041] The fuel gas circulating flow way L2 is equipped with the circulation control valve 8 prepared near the fuel gas exhaust port of the fuel cell stack 1, the 2nd actuator 9 which adjusts the opening of the circulation control valve 8, the 3rd pressure sensor 10 arranged between the fuel cell

stack 1 and the circulation control valve 8, and the 4th pressure sensor 11 arranged between the circulation control valve 8 and the ejector pump 4.

[0042] It makes it face in this fuel cell system to generate the fuel cell stack 1. Referring to the sensor signal detected with the 1st pressure sensor 6 and the 2nd pressure sensor 7 by the control section 21 While controlling the 1st actuator 5 by the control section 21 and controlling the fuel gas supply pressure to the fuel cell stack 1 to adjust the opening of the supply pressure-limiting valve 3 Referring to the sensor signal detected with the 1st pressure sensor 6, the 2nd pressure sensor 7, the 3rd pressure sensor 10, and the 4th pressure sensor 11 by the control section 21 To adjust the opening of the circulation control valve 8, the 2nd actuator 9 is controlled by the control section 21, and it controls to supply the optimal fuel gas flow rate for the fuel cell stack 1.

[0043] The air supply equipment 12 which incorporates external air and is supplied to the fuel cell stack 1 as oxidizer gas is arranged in the oxidizer gas supply passage L3.

[0044] It makes it face to generate the fuel cell stack 1, and it is that the amount of actuation is controlled by the control signal from a control section 21, the oxidizer capacity incorporated from the outside is controlled, and air supply equipment 12 supplies oxidizer gas to the oxidizer gas supply passage L3.

[0045] The exhaust-gas-pressure control valve 13 prepared in the oxidizer gas blowdown side of the fuel cell stack 1 and the 3rd actuator 14 which adjusts the opening of the exhaust-gas-pressure control valve 13 are arranged in the oxidizer gas blowdown passage L4.

[0046] It makes it face this fuel cell system to generate the fuel cell stack 1, it outputs the control signal which adjusts the opening of the exhaust-gas-pressure control valve 13 to the 3rd actuator 14, and adjusts the oxidizer gas supply pressure to the fuel cell stack 1.

[0047] It makes it face for the cooling intermediation general circulation equipment which is not illustrated to be connected, and to drive the fuel cell stack 1, and the flow rate of a cooling medium is adjusted to the cooling intermediation general circulation passage L5 so that the temperature of the fuel cell stack 1 may be maintained at predetermined temperature.

[0048] Moreover, a fuel cell system is equipped with the open valve 15 which discharges outside the fuel gas discharged from anode pole 1a of the fuel cell stack 1, and the 4th actuator 16 which adjusts the opening of this open valve 15. A control section 21 is faced performing purge actuation which discharges outside the condensed moisture and nitrogen in the fuel cell stack 1 and the fuel gas circulating flow way L2, and supplies the control signal which changes an open valve 15 into an open condition to the 4th actuator 16.

[0049] It carries out the various below-mentioned processings while a control section 21 considers the sensor signal from each pressure sensor as an input as mentioned above, and it controls a generation of electrical energy of the fuel cell stack 1 based on a sensor signal. In addition, about the detail of processing of this control section 21, it mentions later.

[0050] The procedure of the control section 21 when carrying out starting control processing to "starting control processing of fuel cell system of example of 1st configuration" drawing 2 is shown.

[0051] A control section 21 starts the starting control processing not more than step S1 according to the instruction of the purport which starts a generation of electrical energy of the fuel cell stack 1 from the outside.

[0052] In step S1, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 to change the circulation control valve 8 into an open condition while controlling the 4th actuator 16 to change an open valve 15 into an open condition.

[0053] In the following step S2, while a control section 21 supplies fuel gas to the fuel cell stack 1 by controlling the fuel gas feeder 2 and the supply pressure-limiting valve 3, it controls air supply equipment 12 and supplies oxidizer gas to the fuel cell stack 1. This performs purge actuation which emits outside the residual gas which remained before starting of the fuel cell stack 1 in the fuel gas supply passage L1 and the fuel gas circulating flow way L2 in a fuel cell system.

[0054] In the following step S3, a control section 21 operates the timer of the interior which is not illustrated, and judges whether predetermined time has passed since the time of day which started supply of fuel gas and oxidizer gas in step S2. Predetermined time here is time amount taken to permute the inside of the fuel cell stack 1 and the fuel gas circulating flow way L2 by fuel gas from residual gas.

[0055] A control section 21 continues supply of fuel gas and oxidizer gas, when it judges with predetermined time having not passed. On the other hand, when it judges with predetermined time having passed, a control section 21 advances processing to step S4 noting that the residual gas in the fuel cell stack 1 and the fuel gas circulating flow way L2 is discharged and it permutes by fuel gas.

[0056] In step S4, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 and the 4th actuator 16 to make the circulation control valve 8 and an open valve 15 into a closed state while controlling the fuel gas feeder 2, the supply pressure-limiting valve 3, and air supply equipment 12 to suspend supply of the fuel gas to the fuel cell stack 1, and oxidizer gas.

[0057] In the following step S5, a control section 21 carries out supply initiation of the oxidizer gas by the same pressure as the above-mentioned predetermined charged pressure by controlling the exhaust-gas-pressure control valve 13 at the fuel cell stack 1 while supplying fuel gas to the fuel cell stack 1 so that the inside of the fuel cell stack 1 may serve as predetermined charged pressure by controlling the supply pressure-limiting valve 3.

[0058] Since the circulation control valve 8 and the open valve 15 were made into the closed state by step S4, it will be in the condition of having enclosed fuel gas with the passage which inserts in the fuel cell stack 1 and an open valve 15, and the passage which inserts in the fuel cell stack 1 and the circulation control valve 8, in the fuel gas supply passage L1.

[0059] In the following step S6, a control section 21 judges whether supply initiation was carried out at step S5, and the pressure in the fuel cell stack 1 reached predetermined charged pressure based on the sensor signal from the 3rd pressure sensor 10. A control section 21 continues supply to the fuel cell stack 1 of fuel gas, when it judges with advancing processing and having not given it to step S7, when it judges with the inside of the fuel cell stack 1 having reached predetermined charged pressure.

[0060] In step S7, as for a control section 21, only predetermined time amount holds the predetermined charged pressure which reached at step S6 by operating a built-in timer.

[0061] In the following step S8, a control section 21 starts the ejection of the output power by the fuel cell stack 1 generating electricity. Here, a control section 21 carries out control supplied to the dc-battery which does not illustrate the output power generated and obtained by the fuel cell stack 1, or a load.

[0062] In the following step S9, a control section 21 controls the 1st actuator 5, makes fuel gas a pressure at the time of power fetch so that the supply pressure-limiting valve 3 may be opened the degree of predetermined open, and it controls an oxidizer gas supply pressure to control air supply equipment 12 and the exhaust-gas-pressure control valve 13, and to follow change of the fuel gas supply pressure to the fuel cell stack 1 simultaneously.

[0063] In the following step S10, a control section 21 judges whether the output voltage value which incorporated the sensor signal from the voltage sensor connected to the fuel cell stack 1 which is not illustrated, and has been incorporated from the fuel cell stack 1 is less than the warning minimum electrical potential difference set up beforehand. Here, a warning minimum electrical potential difference is a lower limit of output voltage accepted that the fuel cell stack 1 is carrying out the generation-of-electrical-energy reaction normally in the condition of supplying fuel gas and oxidizer gas.

[0064] A control section 21 advances processing to step S11 noting that the fuel cell stack 1 has not carried out the generation-of-electrical-energy reaction normally, when it judges with output voltage being less than a warning minimum electrical potential difference. On the other hand, a control section 21 advances processing to step S12 noting that the fuel cell stack 1 is performing the generation-of-electrical-energy reaction normally, when it judges with output power not being less than a warning minimum electrical potential difference.

[0065] In step S11, a control section 21 suspends the ejection of output power from the fuel cell stack 1 noting that the fuel cell stack 1 has not carried out the generation-of-electrical-energy reaction normally, and it returns processing to step S1.

[0066] In step S12, a control section 21 judges whether predetermined time passed, after starting the ejection of the output power from the fuel cell stack 1 at step S8. When it judges with advancing processing to step S13 when it judges with the control section 21 having carried out predetermined time progress, and having not carried out predetermined time progress, processing is returned to step

S10. Thereby, a control section 21 will advance processing to step S13, if the output voltage value has exceeded the warning minimum electrical potential difference when it has gone through predetermined time, after starting the ejection of output power at step S8.

[0067] In step S13, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 to change the circulation control valve 8 into an open condition.

[0068] In the following step S14 a control section 21 In the condition after changing the circulation control valve 8 into an open condition like step S10 When less, processing is returned to step S11, when not less, processing is advanced to step S15 and the fuel cell stack 1 is made to judge whether the output voltage value incorporated from the fuel cell stack 1 is less than the predetermined warning minimum electrical potential difference, and to usually operate.

[0069] According to the fuel cell system which carries out such processing, since the fuel gas circulating load when changing the supply pressure-limiting valve 3 into an open condition at step S5, enclosing with fuel gas with predetermined charged pressure, and starting the ejection of the output power of the fuel cell stack 1 at time of day t1 (step S8) can be made to increase as shown in drawing 3 , rapid lowering of the output voltage of an immediately after [(b) and time of day t1] can be controlled.

[0070] Thereby, a fuel cell system can make the fuel cell stack 1 able to increase the fuel gas rate of flow of the ejector nozzle section which emits fuel gas from an ejector pump 4 at the time of ejection initiation of output power, and can be made into the condition of fully demonstrating the pumpability of an ejector pump 4, and the generation-of-electrical-energy condition promptly stabilized at the time of starting of the fuel cell stack 1 can be acquired.

[0071] on the other hand, in not changing fuel gas into an enclosure condition by the circulation control valve 8 beforehand If the ejection of the output power from a fuel cell stack is started as the example of a comparison in drawing 3 shows Fuel gas flows in from both fuel gas gate by the failure of pressure which fuel gas is consumed and is generated within the fuel cell stack 1. By back run on a fuel gas circulating flow way Since sufficient amount of circulating flow, i.e., the amount of supply of sufficient fuel gas, is not obtained, output voltage declines rapidly immediately after (b) and generation-of-electrical-energy initiation (a).

[0072] Moreover, so that the circulation control valve 8 may be made into an open condition at step S13, if according to the fuel cell system which carries out above-mentioned starting control processing it goes through predetermined time after starting the ejection of output power at step S8 Since predetermined time difference is given till the time of day which makes the circulation control valve 8 an open condition from the ejection start time of output power Since the circulating flow to a normal direction can be formed from immediately after generation-of-electrical-energy initiation while preventing the back run to the fuel gas outlet at the time of generation-of-electrical-energy initiation, the supply flow rate of sufficient fuel gas can be secured, and lowering prevention of output voltage can be reinforced more.

[0073] Moreover, since it is not necessary to secure a circulating load by starting a generation of electrical energy with purge actuation according to this fuel cell system, fuel gas is not consumed vainly.

[0074] "Starting control-point-setting processing" Although an above-mentioned fuel cell system explained the case where the output power in which ejection is possible, the predetermined charged pressure used as the criteria of the judgment in step S6, the fuel-gas pressure supplied by the supply pressure-limiting valve 3 at the time of ejection initiation of the output power of step S9, and the predetermined time judged at step S12 are beforehand set up from the fuel cell stack 1, it is desirable to perform the starting control-point-setting processing shown before step S1 in drawing 2 at drawing 4 .

[0075] A control section 21 starts the starting control-point-setting processing not more than step S21 according to the instruction of the purport which starts a generation of electrical energy of the fuel cell stack 1 from the outside.

[0076] According to drawing 4 , first, in step S21, a control section 21 inputs the sensor signal from the temperature sensor which detects the temperature of the fuel cell stack 1 which is not illustrated, and acquires the temperature of the fuel cell stack 1.

[0077] In the following step S22, a control section 21 calculates the output power value in which

ejection is possible from the fuel cell stack 1 with reference to an output amendment map as shown in drawing 5 according to the temperature of the fuel cell stack 1 obtained at step S21.

[0078] The output amendment map shown in drawing 5 sets an axis of abscissa as the load rate [%] which shows the electrical-potential-difference value over the maximum output power in which ejection is possible from the fuel cell stack 1, from the fuel cell stack 1 according to temperature, sets an axis of ordinate as the output power value in which ejection is possible, and is expressed. The control section 21 has memorized as a table the output power value over a load rate which changes with the temperature or the fuel gas pressures of the fuel cell stack 1 to internal memory and in which ejection is possible. And a control section 21 calculates the output power value over a load rate in which ejection is possible in step S22 according to the temperature of the fuel cell stack 1 detected at step S21.

[0079] In the following step S23 a control section 21 The predetermined charged pressure which serves as criteria of the judgment in step S6 based on the output power which was obtained at step S22, and in which ejection is possible, The predetermined time judged at step S12 from a pressure, the piping volume of the fuel gas circulating flow way L2, and the engine performance of an ejector pump 4 at the time of power fetch of the fuel gas supplied by the supply pressure-limiting valve 3 at the time of ejection initiation of the output power of step S9 is calculated, and the processing after step S1 of drawing 2 is started. Here, a control section 21 is calculating the predetermined time judged at step S12, and determines the actuation timing of the circulation control valve 8 in step S13.

[0080] According to the fuel cell system which performs such starting control-point-setting processing, according to the temperature of the fuel cell stack 1 at the time of starting, the output power in which ejection is possible is calculated at the time of starting, and the actuation timing of the circulation control valve 8 in a pressure and step S13 is changed according to the output power in which ejection is possible at the time of power fetch of the fuel gas supplied in the predetermined charged pressure in step S6 and step S9.

[0081] Thereby, irrespective of the cold machine of the fuel cell stack 1 when starting, and warming up, a fuel cell system is stabilized and can take out the optimal output power according to the temperature condition of the fuel cell stack 1.

[0082] The procedure of the control section 21 when carrying out system reboot control processing to "system reboot control processing" drawing 6 in the fuel cell system shown in drawing 1 is shown.

[0083] A control section 21 starts the system reboot control processing after step S31 according to having stopped the output of the fuel cell stack 1 in step S11 in drawing 2.

[0084] In step S31, a control section 21 controls air supply equipment 12 and the exhaust-gas-pressure control valve 13 to enclose oxidizer gas in the fuel cell stack 1 by the same predetermined pressure as fuel gas while controlling the supply pressure-limiting valve 3, the circulation control valve 8, and an open valve 15 to enclose fuel gas by the predetermined pressure.

[0085] In the following step S32, a control section 21 judges whether the output request which takes out output power from the fuel cell stack 1 with the instruction from the outside is inputted. A control section 21 performs usual operation which supplies fuel gas and oxidizer gas according to the output power demanded by progressing to step S33 when there is an output request, and takes out output power. On the other hand, when it judges with a control section 21 not having an output request, processing is advanced to step S34.

[0086] In step S34, a control section 21 judges whether the ignition switch (IGN) operated by the operator is an OFF state. A control section 21 returns processing to step S32, when it judges with an ignition switch not being an OFF state, when an ignition switch is an OFF state, it advances processing to step S35, and it stops the whole fuel cell system.

[0087] While a control section 21 starts a fuel cell system reboot, inputting the sensor signal from the temperature sensor which detects the temperature of the fuel cell stack 1 which is not illustrated in step S37 and recognizing temperature in the following step S36, the residual charged pressure by the fuel gas which carries out the remainder into the fuel cell stack 1 in inputting the sensor signal from the 3rd pressure sensor 10 is detected.

[0088] In the following step S38, a control section 21 carries out processing which reads the map

corresponding to the output counter pressure force which shows relation with the output power in which the ejection of the fuel cell stack 1 to the residual charged pressure beforehand stored in internal memory is possible. Thereby, a control section 21 recognizes the output power to the residual charged pressure detected at step S37. Subsequently, a control section 21 amends according to the temperature which detected the recognized output power at step S37.

[0089] According to the control section 21 which carries out such system reboot control processing, even if it is after suspending the ejection of the output power of the fuel cell stack 1 at step S11, it can opt for the output power taken out at the following step S8 according to residual charged pressure and temperature.

[0090] Therefore, the actuation timing of the circulation-control valve 8 in the fuel-gas pressure and step S13 which change into the condition enclosed fuel gas by the pressure always predetermined with according to this fuel cell system facing suspending a system and performing processing at step S31, and make correspond to the output power which calculated the output power in which ejection is possible, calculated, and was obtained, and supply in step S9 according to residual charged pressure changes.

[0091] Moreover, according to such a fuel cell system, even if it is after suspending the output of the fuel cell stack 1, processing can be started from the direct step S8 by enclosing fuel gas and oxidizer gas in the fuel cell stack 1 by the predetermined pressure by step S31, being able to use as unnecessary purge actuation by the open valve 15 which is performed at step S2 at the time of a system reboot. Therefore, according to this fuel cell system, the time amount which a system reboot takes can be shortened.

[0092] The procedure of the control section 21 when performing the amount control processing of circulating flow at the time of outer normal operation to "amount control processing of circulating flow at time of normal operation" drawing 7 at the time of starting is shown.

[0093] A control section 21 performs processing after step S41 after step S15 in above-mentioned drawing 2.

[0094] In step S41, a control section 21 detects the condition of the current fuel cell stack 1, and calculates the fuel gas flow rate in the optimal fuel gas circulating flow way L2. Here, a control section 21 is the temperature sensor and voltage sensor which are not illustrated detecting the condition of the fuel cell stack 1, and calculating the required fuel gas flow rate to the condition of the detected fuel cell stack 1, and calculates the optimal amount of circulating flow in the fuel gas circulating flow way L2.

[0095] In the following step S42, a control section 21 judges whether the amount of circulating flow of the current fuel gas circulating flow way L2 is the optimum value calculated and acquired at step S41. Here, a control section 21 detects the amount of circulating flow of the fuel gas circulating flow way L2 using flow rate detection means, such as a flow rate sensor formed in the fuel gas circulating flow way L2. A control section 21 returns processing to step S41, when it judges with the amount of circulating flow of the current fuel gas circulating flow way L2 being an optimum value, and when it judges with the amount of circulating flow of the current fuel gas circulating flow way L2 not being an optimum value, it advances processing to step S43.

[0096] In step S43, it judges whether the current amount of circulating flow of a control section 21 detected at step S42 is larger than the optimal amount of circulating flow calculated at step S41. When it judges with a control section 21 being larger than the amount of circulating flow with the optimal current amount of circulating flow, processing is advanced to step S44, and when the current amount of circulating flow judges with it not being larger than the optimal amount of circulating flow, processing is advanced to step S46.

[0097] In step S44, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 to make the opening of the circulation control valve 8 small, in order to make small the current amount of circulating flow in the fuel gas circulating flow way L2.

[0098] In the following step S45, a control section 21 judges whether the ejection of the output power of the fuel cell stack 1 is suspended by judging whether the instruction which stops the fuel cell stack 1 from the exterior was inputted. When it judges with a control section 21 suspending the ejection of the output power of the fuel cell stack 1, processing is ended, and when it judges with not suspending ejection of the output power of the fuel cell stack 1, processing is returned to step S41.

[0099] In step S46 when on the other hand judging with it not being larger than the amount of circulating flow with the optimal amount of circulating flow current at step S43, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 to enlarge the opening of the circulation control valve 8, in order to enlarge the current amount of circulating flow in the fuel gas circulating flow way L2.

[0100] In the following step S47, a control section 21 judges whether the ejection of the output power of the fuel cell stack 1 is suspended by judging whether the instruction which stops the fuel cell stack 1 from the exterior was inputted. When it judges with a control section 21 suspending the ejection of the output power of the fuel cell stack 1, processing is ended, and when it judges with not suspending ejection of the output power of the fuel cell stack 1, processing is returned to step S41.

[0101] According to such a fuel cell system, when the circulation control valve 8 has the structure in which opening adjustment is possible, according to conditions, such as a load of the fuel cell stack 1, and temperature, the utilization factor of fuel gas can be controlled not only the time of starting but by adjusting the opening of the circulation control valve 8 also at the time of operation, and usually adjusting the amount of circulating flow or circulation pressure of the fuel gas circulating flow way L2 to it.

[0102] [other examples of a configuration of a fuel cell system] -- below, the example of the 2nd configuration of the fuel cell system which applied this invention is explained. In addition, in the following explanation, it omits about the same part as the fuel cell system of the above-mentioned example of the 1st configuration.

[0103] The example of the 2nd configuration of a fuel cell system is shown in drawing 8. The 2nd circulation control valve 31 which this fuel cell system is between an ejector pump 4 and the 2nd pressure sensor 7, and the fuel cell stack 1, and was arranged near the fuel gas feed hopper of the fuel cell stack 1, It differs from the fuel cell system shown in drawing 1 at a point equipped with the 5th pressure sensor 32 which detects the fuel gas pressure of insertion tubing which inserts in the 2nd circulation control valve 31 and the fuel cell stack 1, and the 5th actuator 33 which controls the opening of the 2nd circulation control valve 31. In addition, in the following explanation, the above-mentioned circulation control valve 8 is called "the 1st circulation control valve 8."

[0104] The procedure of the control section 21 when carrying out starting control processing to "starting control processing of fuel cell system of example of 2nd configuration" drawing 9 in the fuel cell system shown in drawing 8 is shown.

[0105] A control section 21 starts the starting control processing not more than step S51 according to the instruction of the purport which starts a generation of electrical energy of the fuel cell stack 1 from the outside.

[0106] In step S51, a control section 21 controls the 5th actuator 33 and the 2nd actuator 9 to change the 2nd circulation control valve 31 and the 1st circulation control valve 8 into an open condition while controlling the 4th actuator 16 to change an open valve 15 into an open condition.

[0107] In the following step S52, while a control section 21 supplies fuel gas to the fuel cell stack 1 by controlling the fuel gas feeder 2 and the supply pressure-limiting valve 3, it controls air supply equipment 12 and supplies oxidizer gas to the fuel cell stack 1. This purges the residual gas which remained before starting in the fuel cell stack 1 and the fuel gas circulating flow way L2 in a fuel cell system.

[0108] In the following step S53, a control section 21 operates the timer of the interior which is not illustrated, and judges whether predetermined time has passed since the time of day which started supply of fuel gas and oxidizer gas in step S52. When it judges with predetermined time having passed, a control section 21 advances processing to step S54 noting that the residual gas in the fuel cell stack 1 and the fuel gas circulating flow way L2 is discharged and it permutes by fuel gas.

[0109] In step S54, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 and the 4th actuator 16 to make the 1st circulation control valve 8 and an open valve 15 into a closed state while controlling the fuel gas feeder 2, the supply pressure-limiting valve 3, and air supply equipment 12 to suspend supply of the fuel gas to the fuel cell stack 1, and oxidizer gas.

[0110] In step S55, a control section 21 carries out supply initiation of the oxidizer gas by the same pressure as the above-mentioned predetermined pressure by controlling the exhaust-gas-pressure control valve 13 at the fuel cell stack 1 while supplying fuel gas to the fuel cell stack 1 so that the inside of the fuel cell stack 1 may serve as predetermined charged pressure by controlling the supply

pressure-limiting valve 3.

[0111] Since the 1st circulation control valve 8 and an open valve 15 are closed states at step S54, it will be in the condition of having enclosed fuel gas with the passage which inserts in the fuel cell stack 1 and an open valve 15, and the passage which inserts in the fuel cell stack 1 and the 1st circulation control valve 8, in the fuel gas supply passage L1.

[0112] In the following step S56, a control section 21 judges whether based on the sensor signal from the 5th pressure sensor 32, the pressure in the fuel cell stack 1 reached predetermined charged pressure by having carried out supply initiation at step S55. A control section 21 advances processing to step S57, when it judges with the inside of the fuel cell stack 1 having reached predetermined charged pressure.

[0113] In step S57, while a control section 21 controls the 5th actuator 33 to make the 2nd circulation control valve 31 into a closed state, it controls the 1st actuator 5 to become a pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure by the supply pressure-limiting valve 3, and supplies fuel gas.

[0114] Thereby, while making between the 2nd circulation control valve 31 and the 1st circulation control valves 8 into the above-mentioned predetermined charged pressure, let between the supply pressure-limiting valve 3 and the 2nd circulation control valves 31 be a pressure higher than the above-mentioned predetermined charged pressure.

[0115] In the following step S58, a control section 21 judges whether supply initiation was carried out at step S57, and the pressure reached the pressure higher than predetermined charged pressure based on the sensor signal from the 2nd pressure sensor 7. When it judges with the control section 21 having reached the pressure higher than predetermined charged pressure, processing is advanced to step S59.

[0116] In the following step S59, a control section 21 starts the ejection of the output power by the fuel cell stack 1 generating electricity. Here, a control section 21 carries out control supplied to the dc-battery which does not illustrate the output power generated and obtained by the fuel cell stack 1, or a load.

[0117] In the following step S60, a control section 21 controls the 5th actuator 33, supplies fuel gas by the pressure at the time of power fetch so that the 2nd circulation control valve 31 may be opened, and it controls oxidizer gas pressure to control air supply equipment 12 and the exhaust-gas-pressure control valve 13, and to follow the fuel gas supply-pressure change to the fuel cell stack 1 simultaneously. Here, a control section 21 controls the supply pressure-limiting valve 3 to supply fuel gas by the pressure corresponding to the output power taken out from the fuel cell stack 1.

[0118] In the following step S61, a control section 21 judges whether the output power value which incorporated the sensor signal from the voltage sensor connected to the fuel cell stack 1 which is not illustrated, and has been incorporated from the fuel cell stack 1 is less than the predetermined warning minimum electrical potential difference. A control section 21 advances processing to step S62 noting that the fuel cell stack 1 has not carried out the generation-of-electrical-energy reaction normally, when it judges with output voltage being less than a warning minimum electrical potential difference. On the other hand, a control section 21 advances processing to step S63 noting that the fuel cell stack 1 is performing the generation-of-electrical-energy reaction normally, when it judges with output voltage not being less than a warning minimum electrical potential difference.

[0119] In step S62, a control section 21 suspends the ejection of the output power from the fuel cell stack 1 noting that the fuel cell stack 1 has not carried out the generation-of-electrical-energy reaction normally, and it returns processing to step S51.

[0120] In step S63, a control section 21 judges whether predetermined time passed, after starting the ejection of the output power from the fuel cell stack 1 at step S59. When it judges with advancing processing to step S64 when it judges with the control section 21 having carried out predetermined time progress, and having not carried out predetermined time progress, processing is returned to step S61. Thereby, a control section 21 will advance processing to step S64, if the output power value has exceeded the warning minimum electrical potential difference when it has gone through predetermined time, after starting the ejection of output power at step S59.

[0121] In step S64, a control section 21 controls the 2nd actuator 9 to change the 1st circulation control valve 8 into an open condition.

[0122] In the following step S65 a control section 21 In the condition after changing the 1st circulation control valve 8 into an open condition like step S61 When less, processing is returned to step S62, when not less, processing is advanced to step S66 and the fuel cell stack 1 is made to judge whether the output power value incorporated from the fuel cell stack 1 is less than the predetermined warning minimum electrical potential difference, and to usually operate.

[0123] According to the fuel cell system which performs such processing, from the fuel gas pressure between the 2nd circulation control valve 31 and the 1st circulation control valve 8 Where the fuel gas pressure between the supply pressure-limiting valve 3 and the 2nd circulation control valve 31 is made high, start the ejection of the output power of the fuel cell stack 1, and the 2nd circulation control valve 31 is changed into an open condition. Furthermore, since the 1st circulation control valve 8 is made into an open condition by predetermined time difference, the quick fuel gas of the rate of flow can be supplied toward the fuel cell stack 1 from the lower stream of a river of the 2nd circulation control valve 31.

[0124] Therefore, according to this fuel cell system, the fuel gas rate of flow of the ejector nozzle section which emits fuel gas to the fuel cell stack 1 from an ejector pump 4 at the time of ejection initiation of output power can be made to be able to increase further as compared with the fuel cell system of drawing 1 , it can consider as the condition of demonstrating the pumpability of an ejector pump 4 further enough, and the output power at the time of starting can be stabilized further.

[0125] "Starting control-point-setting processing" In an above-mentioned fuel cell system, starting control-point-setting processing shown before step S1 in drawing 9 at drawing 10 may be performed. A control section 21 starts the starting control-point-setting processing not more than step S71 according to the instruction of the purport which starts a generation of electrical energy of the fuel cell stack 1 from the outside.

[0126] According to drawing 10 , first, by carrying out the same processing as the above-mentioned step S21 and step S22 in step S71 and step S72, the temperature of the fuel cell stack 1 is recognized and the output power value in which ejection is possible is calculated with reference to an output amendment map.

[0127] In the following step S73 a control section 21 A pressure higher than the predetermined charged pressure which serves as criteria of the judgment in the predetermined charged pressure and step S58 used as the criteria of the judgment in step S56 based on the output power which was obtained at step S72, and in which ejection is possible, The predetermined time judged at step S63 from a pressure, the piping volume of the fuel gas circulating flow way L2, and the engine performance of an ejector pump 4 at the time of the power fetch supplied by the supply pressure-limiting valve 3 at the time of ejection initiation of the output power of step S60 is calculated, and the processing after step S51 of drawing 9 is started. Here, a control section 21 is calculating the predetermined time judged at step S63, and determines the actuation timing of the 1st circulation control valve 8 in step S64.

[0128] According to the fuel cell system which performs such starting control-point-setting processing, according to the temperature of the fuel cell stack 1 at the time of starting, the output power in which ejection is possible is calculated at the time of starting, and the actuation timing of the circulation control valve 8 in a pressure and step S64 is changed according to the output power in which ejection is possible at the time of the power fetch in predetermined charged pressure and a pressure higher than predetermined charged pressure, and step S60.

[0129] The output power stabilized more quickly [while being stabilized and being able to take out the optimal output power according to the temperature condition of the fuel cell stack 1 irrespective of the cold machine of the fuel cell stack 1 when starting a fuel cell system like the fuel cell system shown in drawing 1 and warming up] by this than the fuel cell system shown in drawing 1 can be taken out.

[0130] The procedure of the control section 21 when carrying out system reboot control processing to "system reboot control processing" drawing 11 in the fuel cell system shown in drawing 8 R> 8 is shown.

[0131] According to drawing 11 , like the processing explained at the above-mentioned step S31 - step S37, a control section 21 processes step S81 - step S87, and advances processing to step S88.

[0132] In step S88, a control section 21 carries out processing which reads the map corresponding to

the output counter pressure force which shows relation with the output power in which the ejection of the fuel cell stack 1 to the residual charged pressure beforehand stored in internal memory is possible. Thereby, a control section 21 recognizes the output power to the residual charged pressure detected at step S87. Subsequently, a control section 21 amends the actuation timing which changes the predetermined charged pressure for obtaining the amended output power, a pressure higher than predetermined charged pressure, and the 1st circulation control valve 8 into an open condition while amending according to the temperature which detected the recognized output power at step S87.

[0133] Even if it is after suspending the ejection of the output power of the fuel cell stack 1 at step S62, while acquiring the same effectiveness as the fuel cell system shown in drawing 1 $R > 1$ according to the control section 21 which carries out such system reboot control processing, the output power stabilized further more quickly than the fuel cell system shown in drawing 1 can be taken out.

[0134] It sets to the fuel cell system shown in "amount control processing of circulating flow at time of normal operation" drawing 12 at drawing 8, and the procedure of the control section 21 of the amount control processing of circulating flow at the time of outer normal operation is shown at the time of starting.

[0135] While the fuel cell stack 1 is carrying out normal operation, in step S91, it judges whether a control section 21 needs the purge actuation which changes the 1st circulation control valve 8 of the fuel gas circulating flow way L2 into an open condition. In order to cancel the case where an amount which lowers the operation effectiveness of the fuel cell stack 1 by the minute amount nitrogen penetrated from cathode pole 1b be accumulated is reached etc. when the timing which performs purge actuation changed with systems here, the humidification water of fuel gas condenses and it piles up in the fuel gas circulating flow way L2, and water plugging occurs in the gas passageway in the fuel cell stack 1 or, it performs for every predetermined time. When it judges with a control section 21 having the need for purge actuation, processing is advanced to step S92.

[0136] In step S92, a control section 21 is controlled to control the supply pressure-limiting valve 3 and to make high the fuel gas supply pressure to an ejector pump 4 while controlling the 5th actuator 33 to make small the opening of the 2nd circulation control valve 31. Here, a control section 21 controls the 2nd circulation control valve 31 and the supply pressure-limiting valve 3 to extent to which the supply fuel gas flow rate and pressure to the fuel cell stack 1 are not changed. Thereby, the rate of flow of raising and the ejector nozzle section is made to increase the supply pressure to an ejector pump 4.

[0137] In the following step S93, a control section 21 controls the 4th actuator 16 so that an internal timer is started and only predetermined time changes an open valve 15 into an open condition, while controlling the 2nd actuator 9 to make full admission the opening of the 1st circulation control valve 8. Thereby, the fuel gas rate of flow in the fuel cell stack 1 and the fuel gas circulating flow way L2 is made quick, and purge actuation is carried out.

[0138] In the following step S94, a control section 21 judges whether the output voltage of the cel unit of the fuel cell stack 1 is smaller than a minimum electrical potential difference by the voltage sensor which is not illustrated. A control section 21 suspends the ejection of the output power from the fuel cell stack 1 noting that the abnormalities of the fuel cell stack 1 occur, when it judges with it being smaller than a minimum electrical potential difference also with the output voltage of any one cel unit. On the other hand, when it judges with a control section 21 not having the output voltage of a cel unit smaller than a minimum electrical potential difference, processing is advanced to step S95 noting that the fuel cell stack 1 is carrying out the generation-of-electrical-energy reaction normally.

[0139] In step S95, a control section 21 returns processing to step S91, when it judges whether predetermined time was completed with the started timer and judges with predetermined time having passed.

[0140] According to the fuel cell system shown in drawing 8 which performs such processing, it faces performing purge actuation. While the rate of flow in the ejector nozzle section makes the water of condensation and nitrogen in increase and the fuel gas circulating flow way L2 easy to make small the opening of the 2nd circulation control valve 31, and to discharge, without changing the fuel gas flow rate and pressure which are supplied to the fuel cell stack 1 Flow of the circulating flow momentarily discharged toward an open valve 15 from the 1st circulation control valve 8 is

carried out that it is easy to make it return in the direction normal at the time of purge actuation termination (after open-valve 15 close). Furthermore, since the pressure in the fuel gas circulating flow way L2 increases just before purge actuation, it makes easier to discharge the water of condensation and nitrogen in the amount L2 of fuel gas circulating flow.

[0141] In addition, the gestalt of above-mentioned operation is an example of this invention. For this reason, if this invention is range which does not deviate from the technical thought concerning this invention even if it is not limited to an above-mentioned operation gestalt and is except the gestalt of this operation, it is natural. [of various modification being possible according to a design etc.]

[Translation done.]

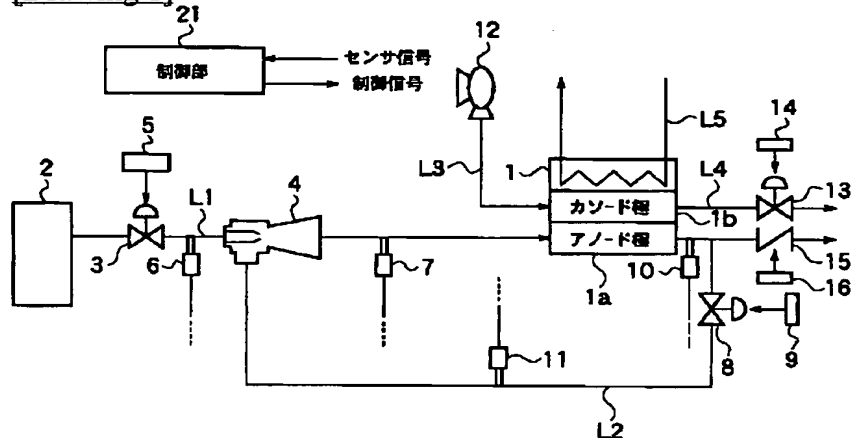
*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

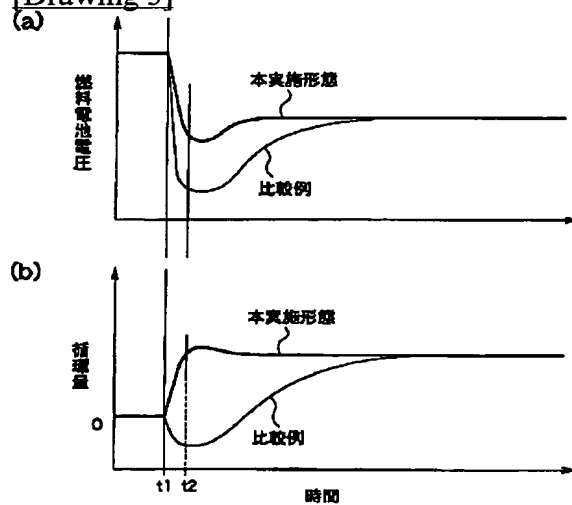
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

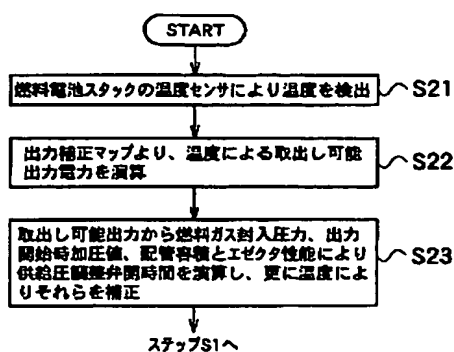
[Drawing 1]



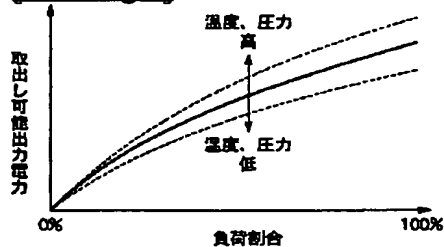
[Drawing 3]



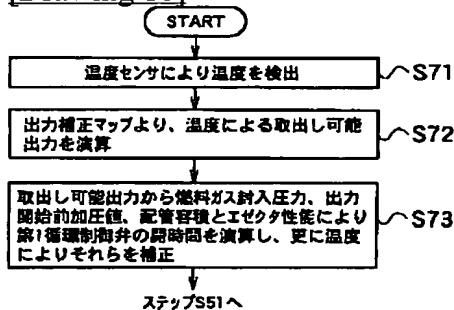
[Drawing 4]



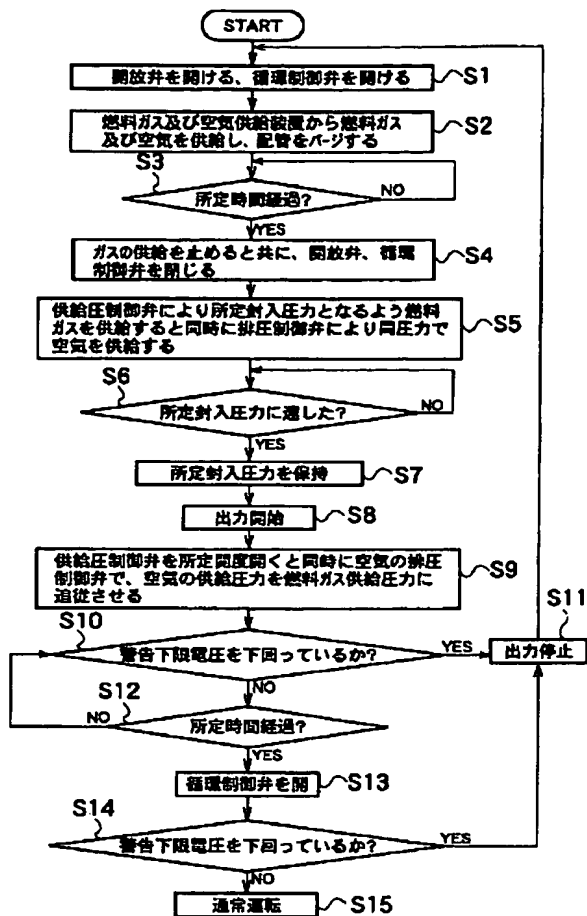
[Drawing 5]



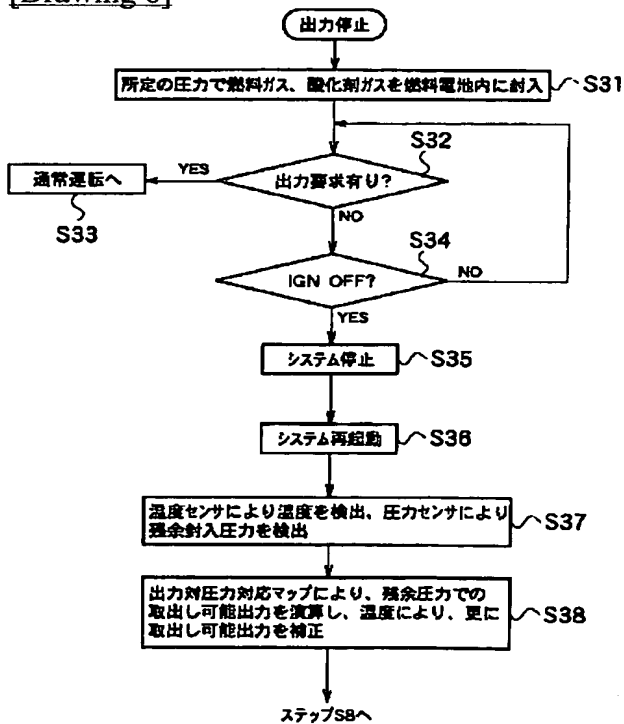
[Drawing 10]



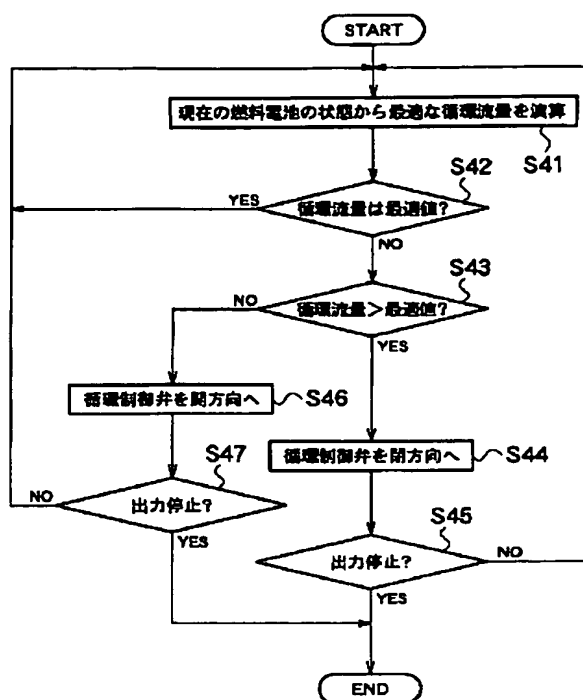
[Drawing 2]



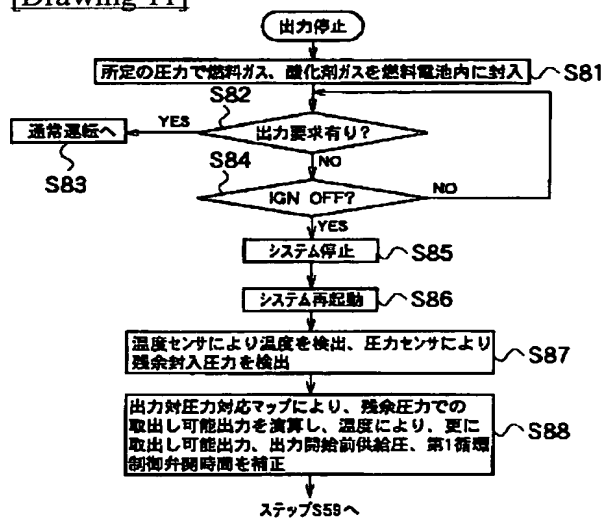
[Drawing 6]



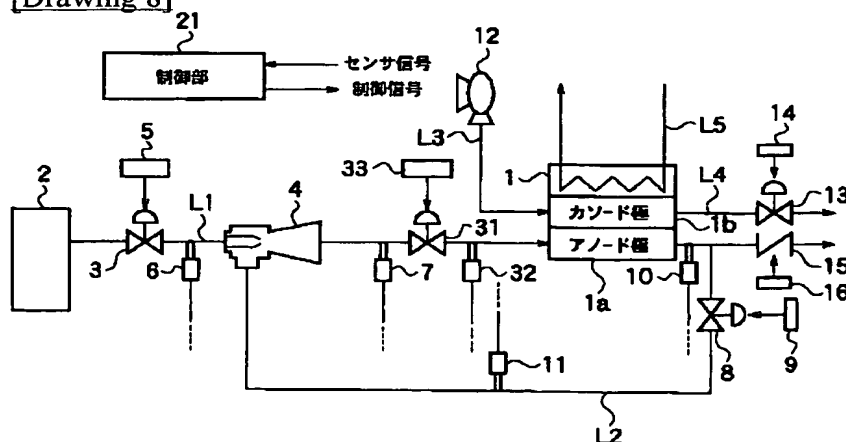
[Drawing 7]



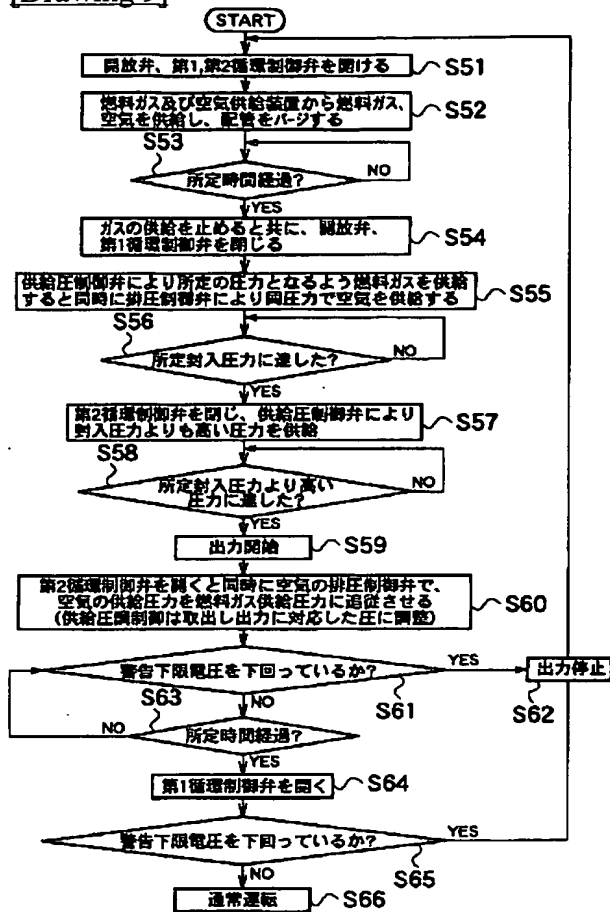
[Drawing 11]



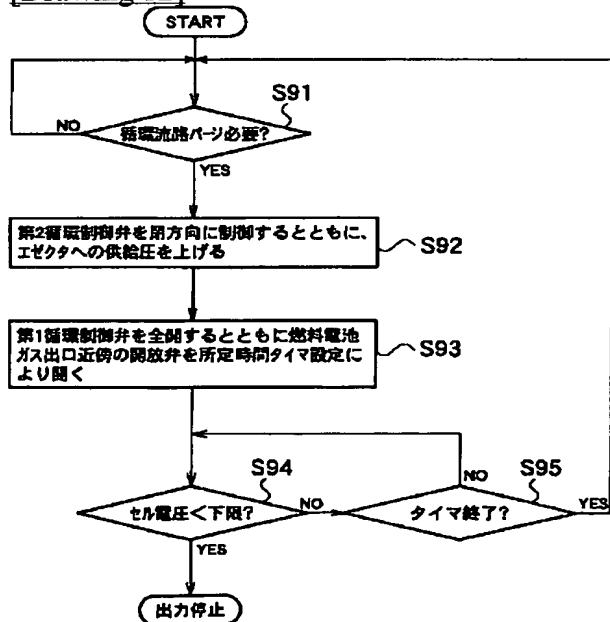
[Drawing 8]



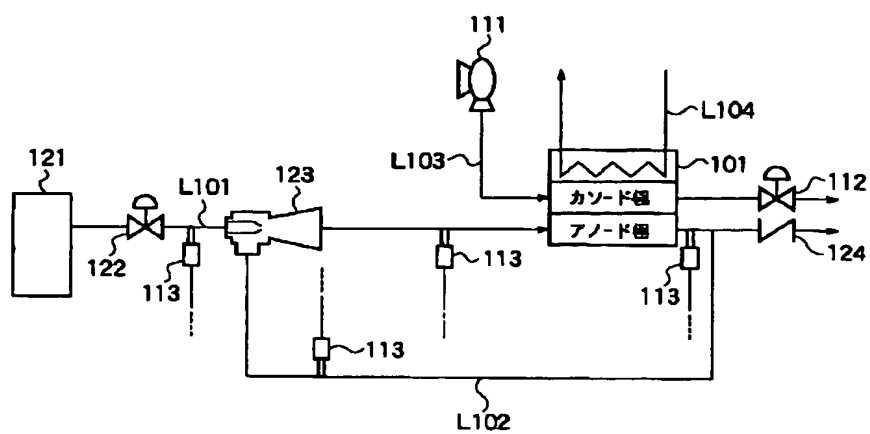
[Drawing 9]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002352837 A**

(43) Date of publication of application: 06.12.02

(51) Int. Cl.

H01M 8/04

(21) Application number: 2001154122

(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**

(22) Date of filing: 23.05.01

(72) Inventor: **SAITO KAZUO**

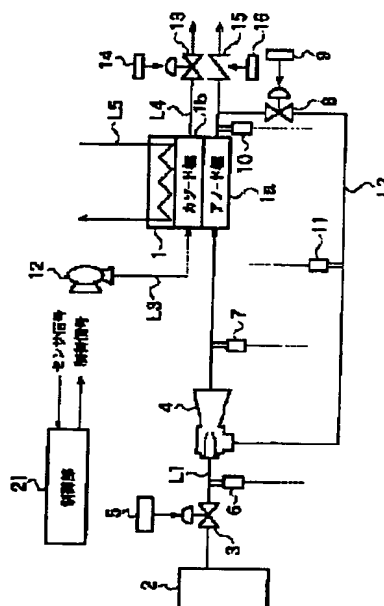
(54) FUEL CELL SYSTEM

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly provide a stable power generation output, with no fuel gas exhausted at the start-up of a fuel cell stack.

SOLUTION: A control part 21 is provided which controls a fuel gas supply device 2 and a supply pressure control valve 3 to supply the fuel gas to a fuel cell stack 1 at a prescribed pressure when the fuel cell stack 1 is started, and controls a circulation control valve 8 to be closed so that the fuel gas is sealed up in the fuel cell stack 1 at a prescribed seal-in pressure, and after that, starts taking the generated power from the fuel cell stack 1.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-352837
(P2002-352837A)

(43) 公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル*(参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	X 5 H 0 2 7
			J
			Y

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-154122(P2001-154122)

(22) 出願日 平成13年5月23日(2001.5.23)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 齋藤 和男

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

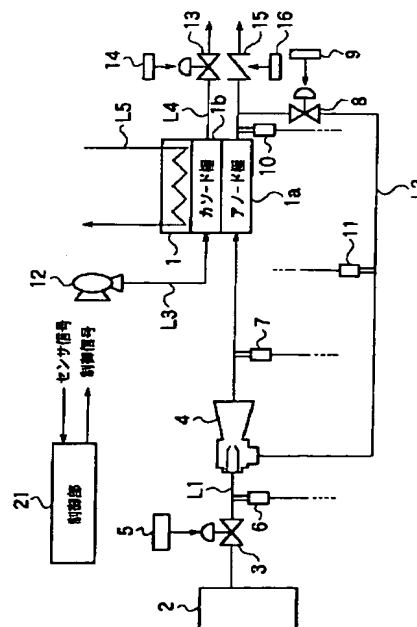
Fターム(参考) 5H027 AA06 BA19 KK05 KK21 KK46
KK52 MM02 MM08 MM09

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックの起動時に、燃料ガスを排気することなく、速やかに安定した発電出力を得る。

【解決手段】 燃料電池スタック1を起動するに際して、燃料ガス供給装置2及び供給圧制御弁3により燃料電池スタック1に燃料ガスを所定圧力で供給するように制御すると共に、燃料電池スタック1内に燃料ガスを所定封入圧力で封入するように循環制御弁8を閉状態にする制御をした後に、燃料電池スタック1の発電電力の取り出しを開始する制御部21を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を、酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成され、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、酸化剤ガス供給流路を介して上記燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、燃料ガス供給流路を介して上記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、上記燃料ガス供給流路に配設され、上記燃料ガス供給手段から上記燃料電池に供給する燃料ガス圧力を制御する燃料ガス圧力制御弁と、上記燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを、燃料ガス循環流路を介して上記燃料電池の燃料ガス供給口に循環する循環手段と、上記燃料電池の燃料ガス排出口近傍であって上記燃料ガス循環流路に配設され、上記燃料電池内の燃料ガス圧力を制御する第1循環制御弁と、上記燃料電池を起動するに際して、上記燃料ガス供給手段から上記燃料電池に燃料ガスを所定圧力で供給するように上記燃料ガス圧力制御弁を制御すると共に、上記燃料電池内に燃料ガスを所定封入圧力で封入するように上記第1循環制御弁を開状態にする制御をした後に、上記燃料電池の発電電力の取り出しを開始する制御手段とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 上記制御手段は、上記燃料電池の発電電力の取り出しを開始すると同時に、上記燃料ガス供給手段から上記燃料電池に供給する燃料ガスの圧力を上記所定圧力より一時的に増加させた電力取出時圧力とするように上記燃料ガス圧力制御弁を制御し、所定時間経過後に上記第1循環制御弁の開度を大きくする制御をすることを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項3】 上記燃料電池の温度を検出する温度検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記燃料電池を起動するときに上記温度検出手段で検出された上記燃料電池の温度に応じて、上記所定封入圧力、上記電力取出時圧力、上記燃料電池の発電電力の取り出し開始タイミングを設定することを特徴とする請求項2記載の燃料電池システム。

【請求項4】 上記制御手段は、上記燃料電池を停止するに際して上記第1循環制御弁を開状態にして上記燃料電池内に燃料ガスを封入し、次に上記燃料電池を起動するに際して上記燃料電池内に残余している燃料ガスの圧力に応じて上記電力取出時圧力、及び上記燃料電池の発電電力の取り出し開始タイミングを設定することを特徴とする請求項2記載の燃料電池システム。

【請求項5】 上記燃料電池の状態を検出する状態検出手段と、

上記状態検出手段で検出された上記燃料電池の状態に基づいて上記燃料ガス循環流路の循環流量を演算する循環流量演算手段と、

上記循環流量演算手段で演算された循環流量に従って上記第1循環制御弁の開度を制御する循環流量制御手段とを更に備えることを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項6】 上記燃料電池の燃料ガス供給口近傍に設けられた第2循環制御弁を更に備え、

上記制御手段は、上記燃料電池の起動前に、所定圧力で燃料ガスを供給した後に上記第1循環制御弁及び第2循環制御弁を開状態にして上記燃料電池内に燃料ガスを所定封入圧力で封入する制御をし、

上記所定封入圧力より高い圧力で燃料ガスの供給をするように上記燃料ガス圧力制御弁を制御し、

上記燃料電池の発電電力の取り出しを開始すると同時に、上記第2循環制御弁を開状態にし、所定時間経過後に上記第1循環制御弁の開度を大きくする制御をすることを特徴とする請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項7】 上記燃料電池の温度を検出する温度検出手段を更に備え、

上記制御手段は、上記燃料電池を起動するときに上記温度検出手段で検出された上記燃料電池の温度に応じて、上記所定封入圧力、上記所定封入圧力より高い圧力、上記第1循環制御弁及び第2循環制御弁の制御タイミングを設定することを特徴とする請求項6記載の燃料電池システム。

【請求項8】 上記制御手段は、上記燃料電池を停止するに際して上記第1循環制御弁及び第2循環制御弁を開状態にして上記燃料電池内に燃料ガスを封入し、

次に上記燃料電池を起動するに際して上記燃料電池内に残余している圧力に応じて上記所定封入圧力より高い圧力、及び上記第1循環制御弁及び第2循環制御弁の制御タイミングを設定することを特徴とする請求項6記載の燃料電池システム。

【請求項9】 上記燃料電池の燃料ガス排出口側に設けられ、燃料ガスを外部に放出する開放弁と、

バージ動作を行うに際して、上記第1循環制御弁の開度を小さくした後に、上記第2循環制御弁の開度を全開とすると共に上記開放弁を開状態にして、上記燃料電池内の燃料ガス流路及び燃料ガス循環流路のバージ動作をするバージ制御手段とを更に備えることを特徴とする請求項6記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池に燃料ガス及び酸化剤ガスを供給して燃料電池の発電を開始する燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の燃料電池システムとしては、発電

源として、いわゆる燃料電池スタックを用いたものが知られている。燃料電池スタックは、固体高分子電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成された燃料電池構造体が、セパレータを介して複数積層されてなる。この燃料電池システムでは、燃料電池スタックに水素を燃料ガスとして燃料極に供給すると共に、酸素を含んだ空気を空気極に供給することにより、水素と酸素とを電気化学的に反応させて直接発電するものである。

【0003】この燃料電池スタックでは、電解質膜内での物質移動速度や、燃料ガス及び酸化剤ガスの拡散状態に発電反応が影響される。したがって、従来の燃料電池システムでは、燃料電池スタックからの取り出し電力に対応する燃料ガス及び酸化剤ガスより多い量の燃料ガス及び酸化剤ガスを供給する必要があり、反応に寄与しない燃料ガスを廃棄していた。

【0004】これに対し、従来の燃料電池システムでは、燃料ガスの廃棄量を少なくするために、燃料電池スタックから排出された燃料ガスを再度燃料電池スタックの燃料極側に循環するエゼクタポンプを使用することにより燃料ガス循環系を構成し、無駄な燃料ガスの廃棄を抑制していた。

【0005】このような燃料ガス循環系を有する燃料電池システムは、燃料電池スタックの発電出力を安定させるために様々なものが提案されている。従来の燃料電池システムでは、燃料ガスの供給量と循環量との比を制御することはなく、循環した燃料ガス圧力のみによって供給量と循環量との比が決定されるため、燃料電池スタックの運転条件によって大きく変動してしまうという問題があった。

【0006】そこで、例えば特開平9-213353号公報では、燃料ガス循環系を構成する燃料ガス循環経路内に燃料ガスの流量を調整する燃料ガス流量調整弁を配設していた。このような燃料電池システムは、燃料電池スタックの負荷に応じて、燃料ガス循環経路の流量及び圧力を調整することで、常に安定した燃料電池スタックの運転を提案している。

【0007】従来の燃料電池システムの一例を図13に示す。

【0008】この燃料電池システムは、燃料電池スタック101のアノード極（燃料極）に燃料ガスを供給する燃料ガス供給経路L101、燃料ガスを循環する燃料ガス循環経路L102、空気供給装置111から燃料電池スタック101のカソード極（酸化剤極）に空気を供給する空気供給経路L103、燃料電池スタック101に冷却媒体を供給する冷却媒体循環経路L104を備えて構成されている。

【0009】また、この燃料電池システムは、燃料電池スタック101内の空気圧力を調整する排圧調整弁112を備えると共に、複数の圧力センサ113を備えて構成されている。

【0010】このような燃料電池システムでは、燃料ガス供給装置121に蓄積した燃料ガスを供給圧調整弁122で調圧し、エゼクタポンプ123を介して燃料電池スタック101に供給すると共に、燃料電池スタック101から排出された燃料ガスを燃料ガス循環経路L102を介して再度エゼクタポンプ123により燃料電池スタック101に供給する。

【0011】この燃料電池システムにおいて、起動時、燃料ガス循環経路L102内に十分な燃料ガスを蓄積するためには、まず、燃料ガス供給装置121から燃料ガスの供給を開始すると共に、燃料電池スタック101の燃料ガス排出側に設けられた開放弁124を開状態にする。これにより、起動前に燃料ガス循環経路L102に残っていた空気を燃料ガスに置換する。そして、開放弁124を開状態にして発電準備完了となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、アノード側にエゼクタポンプ123を使用した従来の燃料電池システムでは、起動時に燃料電池スタック101から電力を取り出す場合、まず電力が取り出され、消費された燃料ガス分だけ燃料電池スタック101内の圧力が低くなって初めて燃料供給流路L101からエゼクタポンプ123へ燃料ガスが流れ始めるため、エゼクタノズル部における流速が小さく、エゼクタノズル部近傍での圧力低下も急峻には発生しないため、十分なポンプ効果を得ることができない。

【0013】したがって、従来の燃料電池システムでは、起動時に十分な燃料ガス循環量を得ることができないことがある。したがって、従来の燃料電池システムでは、燃料電池スタック101の起動後に所望とする発電電力を安定して取り出すことができないという問題点があった。

【0014】また、これを解決するため、従来の燃料電池システムにおいて開放弁124を設け、起動時に燃料ガス循環経路L102の一部を外部に開放可能な構成にし、開放弁124を開状態で燃料ガスの供給を開始して、エゼクタノズル部での流速を確保し、燃料ガス循環経路L102に十分な燃料ガスが循環している状態で、燃料電池スタック101から発電電力の取り出しを開始するという手法も提案されているが、燃料ガス循環経路L102で十分な循環流量が得られ、電力の取り出しが安定してから開放弁124を閉じるため、それまでに相当量の燃料ガスを廃棄する必要があるという問題点がある。

【0015】そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、燃料電池スタックの起動時に、速やかに安定した発電出力を得ることができる燃料電池システムを提供するものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するた

めに、請求項 1 に係る発明では、電解質膜を、酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成され、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、酸化剤ガス供給流路を介して上記燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、燃料ガス供給流路を介して上記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、上記燃料ガス供給流路に配設され、上記燃料ガス供給手段から上記燃料電池に供給する燃料ガス圧力を制御する燃料ガス圧力制御弁と、上記燃料電池の燃料ガス排出口から排出された燃料ガスを、燃料ガス循環流路を介して上記燃料電池の燃料ガス供給口に循環する循環手段と、上記燃料電池の燃料ガス排出口近傍であって上記燃料ガス循環流路に配設され、上記燃料電池内の燃料ガス圧力を制御する第 1 循環制御弁と、上記燃料電池を起動するに際して、上記燃料ガス供給手段から上記燃料電池に燃料ガスを所定圧力で供給するように上記燃料ガス圧力制御弁を制御すると共に、上記燃料電池内に燃料ガスを所定封入圧力で封入するように上記第 1 循環制御弁を閉状態にする制御をした後に、上記燃料電池の発電電力の取り出しを開始する制御手段とを備える。

【0017】請求項 2 に係る発明では、上記制御手段は、上記燃料電池の発電電力の取り出しを開始すると同時に、上記燃料ガス供給手段から上記燃料電池に供給する燃料ガスの圧力を上記所定圧力より一時的に増加させた電力取出時圧力とするように上記燃料ガス圧力制御弁を制御し、所定時間経過後に上記第 1 循環制御弁の開度を大きくする制御をする。

【0018】請求項 3 に係る発明では、上記燃料電池の温度を検出する温度検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記燃料電池を起動するときに上記温度検出手段で検出された上記燃料電池の温度に応じて、上記所定封入圧力、上記電力取出時圧力、上記燃料電池の発電電力の取り出し開始タイミングを設定する。

【0019】請求項 4 に係る発明では、上記制御手段は、上記燃料電池を停止するに際して上記第 1 循環制御弁を閉状態にして上記燃料電池内に燃料ガスを封入し、次に上記燃料電池を起動するに際して上記燃料電池内に残余している燃料ガスの圧力に応じて上記電力取出時圧力、及び上記燃料電池の発電電力の取り出し開始タイミングを設定する。

【0020】請求項 5 に係る発明では、上記燃料電池の状態を検出する状態検出手段と、上記状態検出手段で検出された上記燃料電池の状態に基づいて上記燃料ガス循環流路の循環流量を演算する循環流量演算手段と、上記循環流量演算手段で演算された循環流量に従って上記第 1 循環制御弁の開度を制御する循環流量制御手段とを更に備える。

【0021】請求項 6 に係る発明では、上記燃料電池の燃料ガス供給口近傍に設けられた第 2 循環制御弁を更に

備え、上記制御手段は、上記燃料電池の起動前に、所定圧力で燃料ガスを供給した後に上記第 1 循環制御弁及び第 2 循環制御弁を閉状態にして上記燃料電池内に燃料ガスを所定封入圧力で封入する制御をし、上記所定封入圧力より高い所定封入圧力より高い圧力で燃料ガスの供給をするように上記燃料ガス圧力制御弁を制御し、上記燃料電池の発電電力の取り出しを開始すると同時に、上記第 2 循環制御弁を開状態にし、所定時間経過後に上記第 1 循環制御弁の開度を大きくする制御をする。

10 【0022】請求項 7 に係る発明では、上記燃料電池の温度を検出する温度検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記燃料電池を起動するときに上記温度検出手段で検出された上記燃料電池の温度に応じて、上記所定封入圧力、上記所定封入圧力より高い圧力、上記第 1 循環制御弁及び第 2 循環制御弁の制御タイミングを設定する。

【0023】請求項 8 に係る発明では、上記制御手段は、上記燃料電池を停止するに際して上記第 1 循環制御弁及び第 2 循環制御弁を閉状態にして上記燃料電池内に燃料ガスを封入し、次に上記燃料電池を起動するに際して上記燃料電池内に残余している圧力に応じて所定封入圧力より高い圧力、及び上記第 1 循環制御弁及び第 2 循環制御弁の制御タイミングを設定する。

【0024】請求項 9 に係る発明では、上記燃料電池の燃料ガス排出口側に設けられ、燃料ガスを外部に放出する開放弁と、バージ動作を行うに際して、上記第 1 循環制御弁の開度を小さくした後に、上記第 2 循環制御弁の開度を全開とすると共に上記開放弁を開状態にして、上記燃料電池内の燃料ガス流路及び燃料ガス循環流路のバージ動作をするバージ制御手段とを更に備える。

30 【0025】

【発明の効果】請求項 1 に係る発明によれば、燃料電池を起動するに際して、燃料電池に燃料ガスを所定圧力で供給すると共に、燃料電池内に燃料ガスを所定封入圧力で封入するように第 1 循環制御弁を閉状態にする制御をした後に、燃料電池の発電電力の取り出しを開始するので、予め高く設定した圧力で燃料電池入口流路及び循環流路に封入されていた燃料ガスが、発電開始とともに燃料電池入口側に一気に流入するため、出力に対して十分な燃料ガスが供給され、発電電力を取り出した直後での、燃料電池内の燃料ガス不足による燃料電池の出力電圧の急激な低下を抑制することができる。

【0026】したがって、請求項 1 に係る燃料電池システムによれば、発電電力の取り出し開始時に燃料電池に供給する燃料ガス流速を増加させ、循環手段としての効果を十分発揮して速やかに安定した出力電力を得ることができる。

【0027】請求項 2 に係る発明によれば、燃料電池の発電電力の取り出しを開始すると同時に、燃料電池に供給する燃料ガスの圧力を所定圧力より一時的に増加させた電力取出時圧力とし、所定時間経過後に第 1 循環制

御弁の開度を大きくする制御をするので、第1循環制御弁を開状態にしたときに燃料ガス循環流路から燃料電池の燃料ガス排出口への燃料ガスの逆流を防止すると共に、循環手段としての効果を更に十分発揮することができる。

【0028】請求項3に係る発明によれば、燃料電池を起動するときに、検出した燃料電池の温度に応じて、所定封入圧力、電力取出時圧力、燃料電池の発電電力の取り出し開始タイミングを設定するので、起動するときの燃料電池の冷機、暖機に拘わらず燃料電池の温度状態に

10 応じた最適な出力電力を安定して取り出すことができる。

【0029】請求項4に係る発明によれば、燃料電池を停止するに際して第1循環制御弁を開状態にして燃料電池内に燃料ガスを封入し、次に燃料電池を起動するに際して燃料電池内に残余している燃料ガスの圧力に応じて電力取出時圧力、及び燃料電池の発電電力の取り出し開始タイミングを設定するので、再起動時に流路内ガスの置換のためのバージ動作を不要として、再起動に要する時間を短縮することができる。

【0030】請求項5に係る発明によれば、燃料電池の状態に基づいて燃料ガス循環流路の循環流量を演算し、演算して得た循環流量に従って第1循環制御弁の開度を制御するので、第1循環制御弁により循環流量を適正に制御することで最適な燃料電池の運転状態を実現することができる。

【0031】請求項6に係る発明によれば、燃料電池の起動前に、所定圧力で燃料ガスを供給した後に第1循環制御弁及び第2循環制御弁を開状態にして燃料電池内に燃料ガスを所定封入圧力で封入する制御をし、所定封入圧力より高い圧力で燃料ガスの供給をするように燃料ガス圧力制御弁を制御し、燃料電池の発電電力の取り出しを開始すると同時に、第2循環制御弁を開状態にし、所定時間経過後に第1循環制御弁の開度を大きくする制御をするので、発電電力取り出し開始時に第1循環制御弁の下流から燃料電池に向かって流速の速い燃料ガスを供給することができ、起動時の発電電力を更に素早く安定させることができる。

【0032】請求項7に係る発明によれば、燃料電池を起動するときに温度検出手段で検出された燃料電池の温度に応じて、所定封入圧力、所定封入圧力より高い圧力、第1循環制御弁及び第2循環制御弁の制御タイミングを設定するので、起動するときの燃料電池の冷機、暖機に拘わらず燃料電池の温度状態に応じた最適な発電電力を安定して取り出すことができると共に、より素早く安定した発電電力を取り出すことができる。

【0033】請求項8に係る発明によれば、燃料電池を停止するに際して第1循環制御弁及び第2循環制御弁を開状態にして燃料電池内に燃料ガスを封入し、次に燃料電池を起動するに際して燃料電池内に残余している圧力

に応じて所定封入圧力より高い圧力、及び第1循環制御弁及び第2循環制御弁の制御タイミングを設定するので、燃料電池の発電電力の取り出しを停止した後であっても、より素早く安定した発電電力を取り出すことができる。

【0034】請求項9に係る発明によれば、バージ動作を行うに際して、第1循環制御弁の開度を小さくした後に、第2循環制御弁の開度を全開とすると共に開放弁を開状態にして、燃料電池内の燃料ガス流路及び燃料ガス循環流路のバージ動作をするので、バージ時に開放弁が開いた際、循環流路から直接開放弁へと流れる逆流を防止し、バージ後の循環流量を素早く安定させると共に、供給ガス流速を早めるて循環流路に蓄積された窒素や凝縮水を排出しやすくすることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0036】本発明は、例えば図1に示すように構成された第1構成例の燃料電池システムに適用される。

20 【0037】〔燃料電池システムの第1構成例〕この燃料電池システムは、図1に示すように、燃料電池スタック1のアノード極1aに燃料ガスを供給する燃料ガス供給流路L1と、燃料電池スタック1のアノード極1aから排出された燃料ガスを循環する燃料ガス循環流路L2と、燃料電池スタック1のカソード極1bに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給流路L3と、カソード極1bから排出された酸化剤ガスを排出する酸化剤ガス排出流路L4と、冷却媒体を燃料電池スタック1内に循環させる冷却媒体循環流路L5とを備える。

30 【0038】また、この燃料電池システムは、システム全体を制御する制御部21を備える。この制御部21は、後述の各部に制御信号を出力することで燃料電池スタック1の運転開始及び停止などの制御をする。

【0039】燃料ガス供給流路L1には、燃料ガスを蓄積する燃料ガス供給装置2、供給圧制御弁3、エゼクタポンプ4が配設されている。また、この供給圧制御弁3では、供給圧制御弁3の開度を調整する第1アクチュエータ5と、供給圧制御弁3とエゼクタポンプ4との間に配設された第1圧力センサ6と、エゼクタポンプ4と燃料電池スタック1との間に配設された第2圧力センサ7とを備える。

40 【0040】この燃料電池システムでは、燃料電池スタック1を発電させるに際して、第1圧力センサ6及び第2圧力センサ7で検出したセンサ信号を制御部21で参照しながら、供給圧制御弁3の開度を調整するように第1アクチュエータ5を制御部21により制御してエゼクタポンプ4を介して燃料電池スタック1のアノード極1aに燃料ガスを供給する。

50 【0041】燃料ガス循環流路L2には、燃料電池スタック1の燃料ガス排出口近傍に設けられた循環制御弁8

と、循環制御弁 8 の開度を調整する第 2 アクチュエータ 9 と、燃料電池スタック 1 と循環制御弁 8 との間に配設された第 3 圧力センサ 10 と、循環制御弁 8 とエゼクタポンプ 4 との間に配設された第 4 圧力センサ 11 とを備える。

【0042】この燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 を発電させるに際して、第 1 圧力センサ 6 と第 2 圧力センサ 7 で検出したセンサ信号を制御部 21 で参照しながら、供給圧制御弁 3 の開度を調整するように第 1 アクチュエータ 5 を制御部 21 により制御して燃料電池スタック 1 への燃料ガス供給圧力を制御すると共に、第 1 圧力センサ 6 と第 2 圧力センサ 7 と第 3 圧力センサ 10 と第 4 圧力センサ 11 で検出したセンサ信号を制御部 21 で参照しながら、循環制御弁 8 の開度を調整するように第 2 アクチュエータ 9 を制御部 21 により制御して燃料電池スタック 1 に最適な燃料ガス流量を供給するように制御する。

【0043】酸化剤ガス供給流路 L3 には、例えば外部の空気を取り込んで酸化剤ガスとして燃料電池スタック 1 に供給する空気供給装置 12 が配設される。

【0044】空気供給装置 12 は、燃料電池スタック 1 を発電させるに際して、制御部 21 からの制御信号により駆動量が制御されることで、外部から取り込む酸化剤ガス量が制御されて、酸化剤ガス供給流路 L3 に酸化剤ガスを供給する。

【0045】酸化剤ガス排出流路 L4 には、燃料電池スタック 1 の酸化剤ガス排出側に設けられた排圧制御弁 13 と、排圧制御弁 13 の開度を調整する第 3 アクチュエータ 14 とが配設される。

【0046】この燃料電池システムは、燃料電池スタック 1 を発電させるに際して、排圧制御弁 13 の開度を調整する制御信号を第 3 アクチュエータ 14 に出力し、燃料電池スタック 1 への酸化剤ガス供給圧力を調整する。

【0047】冷却媒体循環流路 L5 には、図示しない冷却媒体循環装置が接続され、燃料電池スタック 1 を駆動させるに際して、燃料電池スタック 1 の温度を所定温度に保つように冷却媒体の流量が調整される。

【0048】また、燃料電池システムは、燃料電池スタック 1 のアノード極 1a から排出された燃料ガスを外部に排出する開放弁 15 と、この開放弁 15 の開度を調整する第 4 アクチュエータ 16 とを備える。制御部 21 は、燃料電池スタック 1 内及び燃料ガス循環流路 L2 内の凝縮した水分や窒素を外部に排出するバージ動作を行うに際して、開放弁 15 を開状態にする制御信号を第 4 アクチュエータ 16 に供給する。

【0049】制御部 21 は、上述したように各圧力センサからのセンサ信号を入力とし、センサ信号に基づいて燃料電池スタック 1 の発電を制御すると共に、後述の各種処理をする。なお、この制御部 21 の処理の詳細については後述する。

【0050】「第 1 構成例の燃料電池システムの起動制御処理」図 2 に、起動制御処理をするときの制御部 21 の処理手順を示す。

【0051】制御部 21 は、外部からの燃料電池スタック 1 の発電を開始する旨の命令に従って、ステップ S1 以下の起動制御処理を開始する。

【0052】ステップ S1 において、制御部 21 は、開放弁 15 を開状態にするように第 4 アクチュエータ 16 を制御すると共に、循環制御弁 8 を開状態にするように第 2 アクチュエータ 9 を制御する。

【0053】次のステップ S2 において、制御部 21 は、燃料ガス供給装置 2 及び供給圧制御弁 3 を制御することで燃料電池スタック 1 に燃料ガスを供給すると共に、空気供給装置 12 を制御して燃料電池スタック 1 に酸化剤ガスを供給する。これにより、燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 の起動前に燃料ガス供給流路 L1 及び燃料ガス循環流路 L2 内に残留していた残留ガスを外部に放出するバージ動作を行う。

【0054】次のステップ S3 において、制御部 21 は、図示しない内部のタイマを動作させ、ステップ S2 において燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を開始した時刻から所定時間が経過したか否かの判定をする。ここでの所定時間は、燃料電池スタック 1 及び燃料ガス循環流路 L2 内に残留ガスから燃料ガスに置換されるのに要する時間である。

【0055】制御部 21 は、所定時間が経過していないと判定したときには燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を継続する。一方、制御部 21 は、所定時間が経過したと判定したときには、燃料電池スタック 1 及び燃料ガス循環流路 L2 内の残留ガスが排出されて燃料ガスに置換されたとしてステップ S4 に処理を進める。

【0056】ステップ S4 において、制御部 21 は、燃料電池スタック 1 への燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を停止するように燃料ガス供給装置 2 及び供給圧制御弁 3、及び空気供給装置 12 を制御すると共に、循環制御弁 8 及び開放弁 15 を閉状態にするように第 2 アクチュエータ 9 及び第 4 アクチュエータ 16 を制御する。

【0057】次のステップ S5 において、制御部 21 は、供給圧制御弁 3 を制御することにより燃料電池スタック 1 内が所定封入圧力となるように燃料ガスを燃料電池スタック 1 に供給すると共に、排圧制御弁 13 を制御することにより上記所定封入圧力と同じ圧力で酸化剤ガスを燃料電池スタック 1 に供給開始する。

【0058】ステップ S4 で循環制御弁 8 及び開放弁 15 を閉状態としたことから、燃料ガス供給流路 L1 内、燃料電池スタック 1 と開放弁 15 とを挿通する流路、及び燃料電池スタック 1 と循環制御弁 8 とを挿通する流路に燃料ガスを封入している状態となる。

【0059】次のステップ S6 において、制御部 21 は、ステップ S5 で供給開始して、第 3 圧力センサ 10

からのセンサ信号に基づいて燃料電池スタック1内の圧力が所定封入圧力に達したか否かの判定をする。制御部21は、燃料電池スタック1内が所定封入圧力に達したと判定したときにはステップS7に処理を進め、達していないと判定したときには燃料ガスの燃料電池スタック1への供給を継続する。

【0060】ステップS7において、制御部21は、内蔵のタイマを動作させることにより、ステップS6で達した所定封入圧力を所定の時間だけ保持する。

【0061】次のステップS8において、制御部21は、燃料電池スタック1が発電することによる出力電力の取り出しを開始する。ここで、制御部21は、燃料電池スタック1で発電して得た出力電力を図示しないバッテリや負荷に供給する制御をする。

【0062】次のステップS9において、制御部21は、供給圧制御弁3を所定開度開くように第1アクチュエータ5を制御して燃料ガスを電力取出時圧力にし、同時に、空気供給装置12及び排圧制御弁13を制御して燃料電池スタック1への燃料ガス供給圧力の変化に追従するように酸化剤ガス供給圧力を制御する。

【0063】次のステップS10において、制御部21は、図示しない燃料電池スタック1に接続された電圧センサからのセンサ信号を取り込んで、燃料電池スタック1から取り込んでいる出力電圧値が、予め設定した警告下限電圧を下回っているか否かの判定をする。ここで、警告下限電圧とは、燃料ガス及び酸化剤ガスを供給している状態で正常に燃料電池スタック1が発電反応していると認められる出力電圧の下限値である。

【0064】制御部21は、出力電圧が警告下限電圧を下回っていると判定したときには燃料電池スタック1が正常に発電反応をしていないとしてステップS11に処理を進める。一方、制御部21は、出力電力が警告下限電圧を下回っていないと判定したときには燃料電池スタック1が発電反応を正常に行っているとしてステップS12に処理を進める。

【0065】ステップS11において、制御部21は、燃料電池スタック1が正常に発電反応をしていないとして燃料電池スタック1から出力電力の取り出しを停止して、ステップS1に処理を戻す。

【0066】ステップS12において、制御部21は、ステップS8で燃料電池スタック1からの出力電力の取り出しを開始してから所定時間が経過したか否かの判定をする。制御部21は、所定時間経過したと判定したときにはステップS13に処理を進め、所定時間経過していないと判定したときにはステップS10に処理を戻す。これにより、制御部21は、ステップS8で出力電力の取り出しを開始してから所定時間が経過した時点で出力電圧値が警告下限電圧を上回っていればステップS13に処理を進める。

【0067】ステップS13において、制御部21は、

循環制御弁8を開状態にするように第2アクチュエータ9を制御する。

【0068】次のステップS14において、制御部21は、循環制御弁8を開状態にした後の状態において、ステップS10と同様に、燃料電池スタック1から取り込んでいる出力電圧値が所定の警告下限電圧を下回っているか否かの判定をし、下回っているときにはステップS11に処理を戻し、下回っていないときにはステップS15に処理を進めて燃料電池スタック1を通常運転させる。

【0069】このような処理をする燃料電池システムによれば、図3に示すように、ステップS5で供給圧制御弁3を開状態にして所定封入圧力で燃料ガスと封入して、時刻t1(ステップS8)で燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを開始したときの燃料ガス循環量を増加させることができるので(b)、時刻t1直後の出力電圧の急激な低下を抑制することができる。

【0070】これにより、燃料電池システムは、出力電力の取り出し開始時にエゼクタポンプ4から燃料電池スタック1に燃料ガスを放出するエゼクタノズルの燃料ガス流速を増加させ、エゼクタポンプ4のポンプ効果を十分に発揮させる状態とすることができ、燃料電池スタック1の起動時に、速やかに安定した発電状態を得ることができる。

【0071】これに対し、予め循環制御弁8により燃料ガスを封入状態にしない場合には、図3中の比較例で示すように、燃料電池スタックからの出力電力の取り出しを開始すると、燃料電池スタック1内で燃料ガスが消費されて発生する圧力低下によって燃料ガス出入口双方から燃料ガスが流れ込み、燃料ガス循環流路での逆流により、十分な循環流量、つまり十分な燃料ガスの供給量が得られないため(b)、発電開始直後に急激に出力電圧が低下してしまう(a)。

【0072】また、上述の起動制御処理をする燃料電池システムによれば、ステップS8で出力電力の取り出しを開始してから所定時間が経過したらステップS13で循環制御弁8を開状態とするように、出力電力の取り出し開始時刻から循環制御弁8を開状態とする時刻まで所定の時差を与えるので、発電開始時の燃料ガス出口への逆流を防止すると共に、正常な方向への循環流を発電開始直後から形成することができるので、十分な燃料ガスの供給流量を確保することができ、出力電圧の低下防止をより補強することができる。

【0073】また、この燃料電池システムによれば、バージ動作のまま発電を開始することで循環量を確保する必要がないため、無駄に燃料ガスを消費することがない。

【0074】「起動制御設定処理」上述の燃料電池システムでは、燃料電池スタック1から取り出し可能な出力電力、ステップS6における判定の基準となる所定封入

10

20

30

40

50

圧力、ステップS9の出力電力の取り出し開始時に供給圧制御弁3により供給する燃料ガス圧力、及びステップS12で判定する所定時間が予め設定されていた場合について説明したが、図2におけるステップS1の前に、図4に示す起動制御設定処理を行うことが望ましい。

【0075】制御部21は、外部からの燃料電池スタック1の発電を開始する旨の命令に従って、ステップS21以下の起動制御設定処理を開始する。

【0076】図4によれば、まず、ステップS21において、制御部21は、図示しない燃料電池スタック1の温度を検出する温度センサからのセンサ信号を入力して燃料電池スタック1の温度を得る。

【0077】次のステップS22において、制御部21は、ステップS21で得た燃料電池スタック1の温度に応じて、図5に示すような出力補正マップを参照して、燃料電池スタック1から取り出し可能な出力電力値を演算する。

【0078】図5に示す出力補正マップは、燃料電池スタック1から取り出し可能な最大出力電力に対する電圧値を示す負荷割合[%]を横軸にし、温度に応じた燃料電池スタック1から取り出し可能な出力電力値を縦軸にして表現される。制御部21は、内部のメモリに燃料電池スタック1の温度又は燃料ガス圧力によって変化する、負荷割合に対する取り出し可能な出力電力値をテーブルとして記憶している。そして、制御部21は、ステップS22において、ステップS21で検出した燃料電池スタック1の温度に応じて負荷割合に対する取り出し可能な出力電力値を演算する。

【0079】次のステップS23において、制御部21は、ステップS22で得た取り出し可能な出力電力に基づいて、ステップS6における判定の基準となる所定封入圧力、ステップS9の出力電力の取り出し開始時に供給圧制御弁3により供給する燃料ガスの電力取出時圧力、燃料ガス循環流路L2の配管容積及びエゼクタポンプ4の性能からステップS12で判定する所定時間を演算し、図2のステップS1以降の処理を開始する。ここで、制御部21は、ステップS12で判定する所定時間を演算することで、ステップS13での循環制御弁8の駆動タイミングを決定する。

【0080】このような起動制御設定処理を行う燃料電池システムによれば、起動時の燃料電池スタック1の温度に応じて起動時に取り出し可能な出力電力を演算し、取り出し可能な出力電力に応じて、ステップS6における所定封入圧力、ステップS9において供給する燃料ガスの電力取出時圧力、ステップS13における循環制御弁8の駆動タイミングを変化させる。

【0081】これにより、燃料電池システムは、起動するときの燃料電池スタック1の冷機、暖機に拘わらず燃料電池スタック1の温度状態に応じた最適な出力電力を安定して取り出すことができる。

【0082】「システム再起動制御処理」図6に、図1に示す燃料電池システムにおいて、システム再起動制御処理をするときの制御部21の処理手順を示す。

【0083】制御部21は、図2中のステップS11において燃料電池スタック1の出力を停止させたことに応じて、ステップS31以降のシステム再起動制御処理を開始する。

【0084】ステップS31において、制御部21は、所定の圧力で燃料ガスを封入するように供給圧制御弁3、循環制御弁8及び開放弁15を制御すると共に、燃料ガスと同じ所定の圧力で酸化剤ガスを燃料電池スタック1内に封入するように空気供給装置12及び排圧制御弁13を制御する。

【0085】次のステップS32において、制御部21は、外部からの命令により燃料電池スタック1から出力電力を取り出す出力要求が入力されているか否かを判定する。制御部21は出力要求があるときにはステップS33に進んで、要求された出力電力に応じて燃料ガス及び酸化剤ガスを供給して出力電力を取り出す通常運転を行う。一方、制御部21は出力要求がないと判定したときにはステップS34に処理を進める。

【0086】ステップS34において、制御部21は、運転者に操作されるイグニッションスイッチ(IGN)がオフ状態であるか否かを判定する。制御部21はイグニッションスイッチがオフ状態でないとは判定したときにはステップS32に処理を戻し、イグニッションスイッチがオフ状態であるときにはステップS35に処理を進め、燃料電池システム全体を停止させる。

【0087】次のステップS36において制御部21は、燃料電池システム再起動を開始し、ステップS37において、図示しない燃料電池スタック1の温度を検出する温度センサからのセンサ信号を入力して温度を認識すると共に、第3圧力センサ10からのセンサ信号を入力することで燃料電池スタック1内に残余する燃料ガスによる残余封入圧力を検出する。

【0088】次のステップS38において、制御部21は、予め内部のメモリ内に格納しておいた残余封入圧力に対する燃料電池スタック1の取り出し可能な出力電力との関係を示す出力対圧力対応マップを読み出す処理をする。これにより、制御部21は、ステップS37で検出した残余封入圧力に対する出力電力を認識する。次いで、制御部21は、認識した出力電力をステップS37で検出した温度に応じて補正をする。

【0089】このようなシステム再起動制御処理をする制御部21によれば、ステップS11で燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止した後であっても、次のステップS8で取り出す出力電力を、残余封入圧力及び温度に従って決定することができる。

【0090】したがって、この燃料電池システムによれば、システムを停止するに際してステップS31での処

理を行うことで常に所定の圧力で燃料ガスを封入した状態にし、残余封入圧力に応じて取り出し可能な出力電力を演算し、演算して得た出力電力に対応させ、ステップS9において供給する燃料ガス圧力、ステップS13における循環制御弁8の駆動タイミングを変化させる。

【0091】また、このような燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の出力を停止した後であっても、ステップS31で燃料ガス及び酸化剤ガスを所定の圧力で燃料電池スタック1内に封入することにより、システム再起動時にステップS2で行うような開放弁15によるバージ動作を不要として、直接ステップS8から処理を開始することができる。したがって、この燃料電池システムによれば、システム再起動に要する時間を短縮することができる。

【0092】「通常動作時における循環流量制御処理」図7に、起動時外の通常動作時における循環流量制御処理を行うときの制御部21の処理手順を示す。

【0093】制御部21は、上述の図2におけるステップS15以降において、ステップS41以降の処理を行う。

【0094】ステップS41において、制御部21は、現在の燃料電池スタック1の状態を検出し、最適な燃料ガス循環流路L2での燃料ガス流量を演算する。ここで、制御部21は、図示しない温度センサや電圧センサにより燃料電池スタック1の状態を検出し、検出した燃料電池スタック1の状態に対する必要な燃料ガス流量を演算することで、燃料ガス循環流路L2での最適な循環流量を演算する。

【0095】次のステップS42において、制御部21は、現在の燃料ガス循環流路L2の循環流量が、ステップS41で演算して得た最適値であるか否かの判定をする。ここで、制御部21は、例えば燃料ガス循環流路L2に設けられた流量センサなどの流量検出手段を使用して燃料ガス循環流路L2の循環流量を検出する。制御部21は、現在の燃料ガス循環流路L2の循環流量が最適値であると判定したときにはステップS41に処理を戻し、現在の燃料ガス循環流路L2の循環流量が最適値でないと判定したときにはステップS43に処理を進める。

【0096】ステップS43において、制御部21は、ステップS42で検出した現在の循環流量が、ステップS41で演算した最適な循環流量よりも大きいのか否かの判定をする。制御部21は、現在の循環流量が最適な循環流量よりも大きいと判定したときにはステップS44に処理を進め、現在の循環流量が最適な循環流量よりも大きくないと判定したときにはステップS46に処理を進める。

【0097】ステップS44において、制御部21は、燃料ガス循環流路L2での現在の循環流量を小さくするために、循環制御弁8の開度を小さくするように第2ア

クチュエータ9を制御する。

【0098】次のステップS45において、制御部21は、外部から燃料電池スタック1を停止する命令が入力されたか否かを判定することで燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止するか否かの判定をする。制御部21は、燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止すると判定したときには処理を終了し、燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止しないと判定したときにステップS41に処理を戻す。

10 【0099】一方、ステップS43で現在の循環流量が最適な循環流量よりも大きくないと判定したときのステップS46において、制御部21は、燃料ガス循環流路L2での現在の循環流量を大きくするために、循環制御弁8の開度を大きくするように第2アクチュエータ9を制御する。

【0100】次のステップS47において、制御部21は、外部から燃料電池スタック1を停止する命令が入力されたか否かを判定することで燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止するか否かの判定をする。制御部21は、燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止すると判定したときには処理を終了し、燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止しないと判定したときにステップS41に処理を戻す。

20 【0101】このような燃料電池システムによれば、循環制御弁8が開度調整可能な構造を有する場合において、起動時のみならず通常運転時にも循環制御弁8の開度を調整して燃料ガス循環流路L2の循環流量或いは循環圧力を調整することにより、燃料電池スタック1の負荷や温度などの状態に応じて燃料ガスの利用率を制御することができる。

30 【0102】[燃料電池システムの他の構成例] つぎに、本発明を適用した燃料電池システムの第2構成例について説明する。なお、以下の説明において、上述の第1構成例の燃料電池システムと同じ部分については省略する。

【0103】図8に、燃料電池システムの第2構成例を示す。この燃料電池システムは、エゼクタポンプ4及び第2圧力センサ7と燃料電池スタック1との間であって燃料電池スタック1の燃料ガス供給口近傍に配設された第2循環制御弁31と、第2循環制御弁31と燃料電池スタック1とを挿通する挿通管の燃料ガス圧力を検出する第5圧力センサ32と、第2循環制御弁31の開度を制御する第5アクチュエータ33とを備える点で、図1に示す燃料電池システムと異なる。なお、以下の説明では、上述の循環制御弁8を、「第1循環制御弁8」と呼ぶ。

40 【0104】「第2構成例の燃料電池システムの起動制御処理」図9に、図8に示す燃料電池システムにおいて、起動制御処理をするときの制御部21の処理手順を示す。

【0105】制御部21は、外部からの燃料電池スタック1の発電を開始する旨の命令に従って、ステップS51以下の起動制御処理を開始する。

【0106】ステップS51において、制御部21は、開放弁15を開状態にするように第4アクチュエータ16を制御すると共に、第2循環制御弁31及び第1循環制御弁8を開状態にするように第5アクチュエータ33及び第2アクチュエータ9を制御する。

【0107】次のステップS52において、制御部21は、燃料ガス供給装置2及び供給圧制御弁3を制御することで燃料電池スタック1に燃料ガスを供給すると共に、空気供給装置12を制御して燃料電池スタック1に酸化剤ガスを供給する。これにより、燃料電池システムでは、起動前に燃料電池スタック1及び燃料ガス循環流路L2内に残留していた残留ガスをバージする。

【0108】次のステップS53において、制御部21は、図示しない内部のタイマを動作させ、ステップS52において燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を開始した時刻から所定時間が経過したか否かの判定をする。制御部21は、所定時間が経過したと判定したときには、燃料電池スタック1及び燃料ガス循環流路L2内の残留ガスが排出されて燃料ガスに置換されたとしてステップS54に処理を進める。

【0109】ステップS54において、制御部21は、燃料電池スタック1への燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を停止するように燃料ガス供給装置2、供給圧制御弁3、及び空気供給装置12を制御すると共に、第1循環制御弁8及び開放弁15を開状態にするように第2アクチュエータ9及び第4アクチュエータ16を制御する。

【0110】ステップS55において、制御部21は、供給圧制御弁3を制御することにより燃料電池スタック1内が所定封入圧力となるように燃料ガスを燃料電池スタック1に供給すると共に、排圧制御弁13を制御することにより上記所定圧力と同じ圧力で酸化剤ガスを燃料電池スタック1に供給開始する。

【0111】ステップS54で第1循環制御弁8及び開放弁15が閉状態であることから、燃料ガス供給流路L1内、燃料電池スタック1と開放弁15とを挿通する流路、及び燃料電池スタック1と第1循環制御弁8とを挿通する流路に燃料ガスを封入している状態となる。

【0112】次のステップS56において、制御部21は、第5圧力センサ32からのセンサ信号に基づいて、ステップS55で供給開始したことにより燃料電池スタック1内の圧力が所定封入圧力に達したか否かの判定をする。制御部21は、燃料電池スタック1内が所定封入圧力に達したと判定したときにはステップS57に処理を進める。

【0113】ステップS57において、制御部21は、第2循環制御弁31を閉状態にするように第5アクチュエータ33を制御すると共に、供給圧制御弁3により上

記所定封入圧力より高い圧力となるように第1アクチュエータ5を制御して、燃料ガスを供給する。

【0114】これにより、第2循環制御弁31と第1循環制御弁8との間を上記所定封入圧力とすると共に、供給圧制御弁3と第2循環制御弁31との間を上記所定封入圧力より高い圧力とする。

【0115】次のステップS58において、制御部21は、ステップS57で供給開始して、第2圧力センサ7からのセンサ信号に基づいて圧力が所定封入圧力より高い圧力に達したか否かの判定をする。制御部21は、所定封入圧力より高い圧力に達したと判定したときにはステップS59に処理を進める。

【0116】次のステップS59において、制御部21は、燃料電池スタック1が発電することによる出力電力の取り出しを開始する。ここで、制御部21は、燃料電池スタック1で発電して得た出力電力を図示しないバッテリや負荷に供給する制御をする。

【0117】次のステップS60において、制御部21は、第2循環制御弁31を開くように第5アクチュエータ33を制御して燃料ガスを電力取出時圧力で供給し、同時に、空気供給装置12及び排圧制御弁13を制御して燃料電池スタック1への燃料ガス供給圧力変化に追従するように酸化剤ガス圧力を制御する。ここで、制御部21は、燃料電池スタック1から取り出す出力電力に対応した圧力で燃料ガスを供給するように供給圧制御弁3を制御する。

【0118】次のステップS61において、制御部21は、図示しない燃料電池スタック1に接続された電圧センサからのセンサ信号を取り込んで、燃料電池スタック1から取り込んでいる出力電力値が所定の警告下限電圧を下回っているか否かの判定をする。制御部21は、出力電圧が警告下限電圧を下回っていると判定したときには燃料電池スタック1が正常に発電反応をしていないとしてステップS62に処理を進める。一方、制御部21は、出力電圧が警告下限電圧を下回っていないと判定したときには燃料電池スタック1が発電反応を正常に行っているとしてステップS63に処理を進める。

【0119】ステップS62において、制御部21は、燃料電池スタック1が正常に発電反応をしていないとして燃料電池スタック1からの出力電力の取り出しを停止して、ステップS51に処理を戻す。

【0120】ステップS63において、制御部21は、ステップS59で燃料電池スタック1からの出力電力の取り出しを開始してから所定時間が経過したか否かの判定をする。制御部21は所定時間が経過したと判定したときにはステップS64に処理を進め、所定時間経過していないと判定したときにはステップS61に処理を戻す。これにより、制御部21は、ステップS59で出力電力の取り出しを開始してから所定時間を経過した時点で出力電力値が警告下限電圧を上回っていればステップ

S64に処理を進める。

【0121】ステップS64において、制御部21は、第1循環制御弁8を開状態にするように第2アクチュエータ9を制御する。

【0122】次のステップS65において、制御部21は、第1循環制御弁8を開状態にした後の状態において、ステップS61と同様に、燃料電池スタック1から取り込んでいる出力電力値が所定の警告下限電圧を下回っているか否かの判定をし、下回っているときにはステップS62に処理を戻し、下回っていないときにはステップS66に処理を進めて燃料電池スタック1を通常運転させる。

【0123】このような処理を行う燃料電池システムによれば、第2循環制御弁31と第1循環制御弁8との間の燃料ガス圧力より、供給圧制御弁3と第2循環制御弁31との間の燃料ガス圧力を高くした状態で燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを開始し、第2循環制御弁31を開状態にして、更に所定の時差で第1循環制御弁8を開状態とするので、第2循環制御弁31の下流から燃料電池スタック1に向かって流速の速い燃料ガスを供給することができる。

【0124】したがって、この燃料電池システムによれば、図1の燃料電池システムと比較して、出力電力の取り出し開始時にエゼクタポンプ4から燃料電池スタック1に燃料ガスを放出するエゼクタノズル部の燃料ガス流速を更に増加させ、エゼクタポンプ4のポンプ効果を十分に更に発揮させる状態とすることができ、起動時の出力電力を更に安定させることができる。

【0125】「起動制御設定処理」上述の燃料電池システムでは、図9におけるステップS1の前に、図10に示す起動制御設定処理を行ってもよい。制御部21は、外部からの燃料電池スタック1の発電を開始する旨の命令に従って、ステップS71以下の起動制御設定処理を開始する。

【0126】図10によれば、先ず、ステップS71及びステップS72において、上述のステップS21及びステップS22と同じ処理をすることにより、燃料電池スタック1の温度を認識し、出力補正マップを参照して取り出し可能な出力電力値を演算する。

【0127】次のステップS73において、制御部21は、ステップS72で得た取り出し可能な出力電力に基づいて、ステップS56における判定の基準となる所定封入圧力及びステップS58における判定の基準となる所定封入圧力より高い圧力、ステップS60の出力電力の取り出し開始時に供給圧制御弁3により供給する電力取出時圧力、燃料ガス循環流路L2の配管容積及びエゼクタポンプ4の性能からステップS63で判定する所定時間を演算し、図9のステップS51以降の処理を開始する。ここで、制御部21は、ステップS63で判定する所定時間を演算することで、ステップS64での第1

循環制御弁8の駆動タイミングを決定する。

【0128】このような起動制御設定処理を行う燃料電池システムによれば、起動時の燃料電池スタック1の温度に応じて起動時に取り出し可能な出力電力を演算し、取り出し可能な出力電力に応じて、所定封入圧力及び所定封入圧力より高い圧力、ステップS60における電力取出時圧力、ステップS64における循環制御弁8の駆動タイミングを変化させる。

【0129】これにより、燃料電池システムは、図1に示す燃料電池システムと同様に起動するときの燃料電池スタック1の冷機、暖機に拘わらず燃料電池スタック1の温度状態に応じた最適な出力電力を安定して取り出すことができると共に、図1に示す燃料電池システムよりもより素早く安定した出力電力を取り出すことができる。

【0130】「システム再起動制御処理」図11に、図8に示す燃料電池システムにおいて、システム再起動制御処理をするときの制御部21の処理手順を示す。

【0131】図11によれば、制御部21は、上述のステップS31～ステップS37で説明した処理と同様に、ステップS81～ステップS87の処理を行ってステップS88に処理を進める。

【0132】ステップS88において、制御部21は、予め内部のメモリ内に格納しておいた残余封入圧力に対する燃料電池スタック1の取り出し可能な出力電力との関係を示す出力対圧力対応マップを読み出す処理をする。これにより、制御部21は、ステップS87で検出した残余封入圧力に対する出力電力を認識する。次いで、制御部21は、認識した出力電力をステップS87で検出した温度に応じて補正をすると共に、補正した出力電力を得るための所定封入圧力、所定封入圧力より高い圧力、第1循環制御弁8を開状態にする駆動タイミングを補正する。

【0133】このようなシステム再起動制御処理をする制御部21によれば、ステップS62で燃料電池スタック1の出力電力の取り出しを停止した後であっても、図1に示す燃料電池システムと同様の効果を得ると共に、図1に示す燃料電池システムよりも素早く更に安定した出力電力を取り出すことができる。

【0134】「通常動作時における循環流量制御処理」図12に、図8に示す燃料電池システムにおいて、起動時外の通常動作時における循環流量制御処理の制御部21の処理手順を示す。

【0135】燃料電池スタック1が通常動作しているとき、ステップS91において、制御部21は、燃料ガス循環流路L2の第1循環制御弁8を開状態にするバージ動作が必要であるか否かの判定をする。ここで、バージ動作を行うタイミングはシステムにより異なり、燃料ガス循環流路L2内に燃料ガスの加湿水が凝縮して滞留した場合、燃料電池スタック1内のガス流路で水詰まりが

発生した場合、或いはカソード極 1 b から透過する微量な窒素が蓄積されることで燃料電池スタック 1 の運転効率を下げるような量に達した場合などを解消するために、所定時間ごとに実行される。制御部 2 1 はバージ動作の必要があると判定したときにはステップ S 9 2 に処理を進める。

【0136】ステップ S 9 2 において、制御部 2 1 は、第 2 循環制御弁 3 1 の開度を小さくするように第 5 アクチュエータ 3 3 を制御すると共に、供給圧制御弁 3 を制御してエゼクタポンプ 4 への燃料ガス供給圧力を高くするように制御する。ここで、制御部 2 1 は、燃料電池スタック 1 への供給燃料ガス流量及び圧力を変化させない程度に第 2 循環制御弁 3 1 及び供給圧制御弁 3 を制御する。これにより、エゼクタポンプ 4 への供給圧力を上げ、かつエゼクタノズル部の流速を増加させる。

【0137】次のステップ S 9 3 において、制御部 2 1 は、第 1 循環制御弁 8 の開度を全開にするように第 2 アクチュエータ 9 を制御すると共に、内部タイマをスタートさせて開放弁 1 5 を所定時間だけ開状態にするように第 4 アクチュエータ 1 6 を制御する。これにより、燃料電池スタック 1 及び燃料ガス循環流路 L 2 内の燃料ガス流速を速くしてバージ動作をする。

【0138】次のステップ S 9 4 において、制御部 2 1 は、図示しない電圧センサにより燃料電池スタック 1 のセル単位の出力電圧が下限電圧よりも小さいか否かを判定する。制御部 2 1 は、いずれか一つのセル単位の出力電圧でも下限電圧よりも小さいと判定したときには燃料電池スタック 1 の異常が発生したとして燃料電池スタック 1 からの出力電力の取り出しを停止する。一方、制御部 2 1 は、セル単位の出力電圧が下限電圧よりも小さくないと判定したときには、燃料電池スタック 1 が正常に発電反応をしているとしてステップ S 9 5 に処理を進める。

【0139】ステップ S 9 5 において、制御部 2 1 は、スタートさせたタイマで所定時間が終了したか否かを判定し、所定時間が経過したと判定したときにはステップ S 9 1 に処理を戻す。

【0140】このような処理を行う図 8 に示す燃料電池システムによれば、バージ動作を行うに際して、燃料電池スタック 1 に供給する燃料ガス流量及び圧力を変化させずに、第 2 循環制御弁 3 1 の開度を小さくし、エゼクタノズル部での流速が増し、燃料ガス循環流路 L 2 内の凝縮水や窒素を排出しやすくと共に、瞬間的に第 1 循環制御弁 8 から開放弁 1 5 に向かって排出される循環流の流れを、バージ動作終了（開放弁 1 5 閉後）時に正常の方向に復帰させやすとする。さらには、燃料ガス循環流路 L 2 内の圧力がバージ動作直前に増加するので、それがより燃料ガス循環流量 L 2 内の凝縮水や窒素を排出しやすとする。

【0141】なお、上述の実施の形態は本発明の一例で

ある。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した燃料電池システムの第 1 構成例を示すブロック図である。

【図 2】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、起動制御処理をするときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 3】（a）は燃料電池スタックを起動するときの燃料電池電圧の変化を説明するための図であり、（b）は燃料電池スタックを起動するときの燃料ガス循環流路内の燃料ガス循環量の変化を説明するための図である。

【図 4】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、起動制御設定処理をするときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】起動制御設定処理を行うに際して参照する、燃料電池スタックの温度により変化する燃料電池スタックの負荷割合と取り出し可能な出力電力との関係を示す出力補正マップを説明するための図である。

【図 6】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、システム再起動制御処理をするときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 7】本発明を適用した燃料電池システムにおいて、起動時外の通常動作時における循環流量制御処理を行うときの制御部 2 1 の処理手順を示すフローチャートである。

【図 8】本発明を適用した燃料電池システムの第 2 構成例を示すブロック図である。

【図 9】第 2 構成例の燃料電池システムにおいて、起動制御処理をするときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】第 2 構成例の燃料電池システムにおいて、起動制御設定処理をするときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 11】第 2 構成例の燃料電池システムにおいて、システム再起動制御処理をするときの制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 12】第 2 構成例の燃料電池システムにおいて、通常動作時における循環流量制御処理の制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図 13】従来の燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

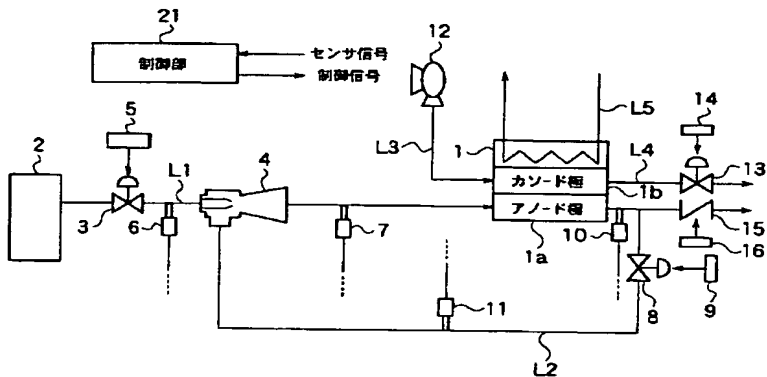
- 1 燃料電池スタック
- 2 燃料ガス供給装置
- 3 供給圧制御弁
- 4 エゼクタポンプ
- 5 第 1 アクチュエータ

- 6 第1圧力センサ
- 7 第2圧力センサ
- 8 循環制御弁（第1循環制御弁）
- 9 第2アクチュエータ
- 10 第3圧力センサ
- 11 第4圧力センサ
- 12 空気供給装置
- 13 排圧制御弁

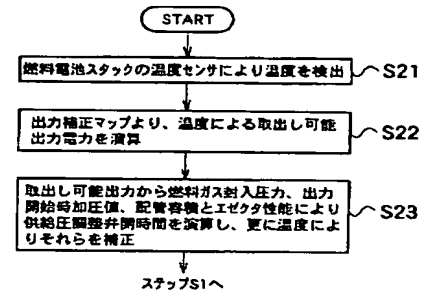
- * 14 第3アクチュエータ
- 15 開放弁
- 16 第4アクチュエータ
- 21 制御部
- 31 第2循環制御弁
- 32 第5圧力センサ
- 33 第5アクチュエータ

*

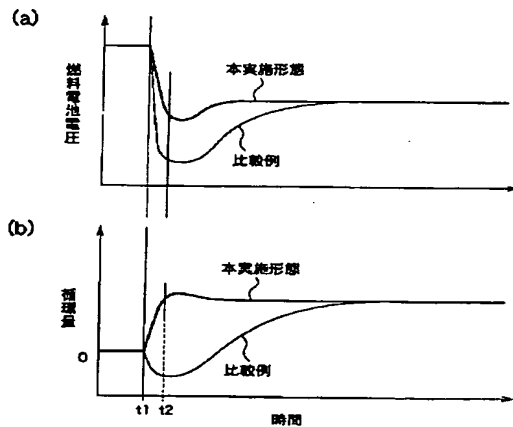
【図1】



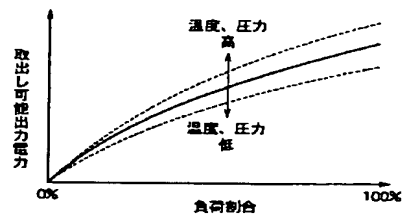
【図4】



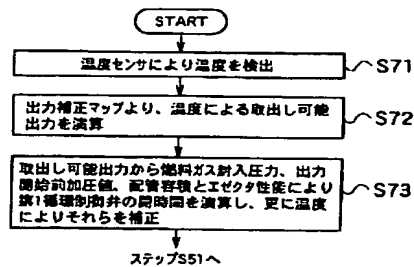
【図3】



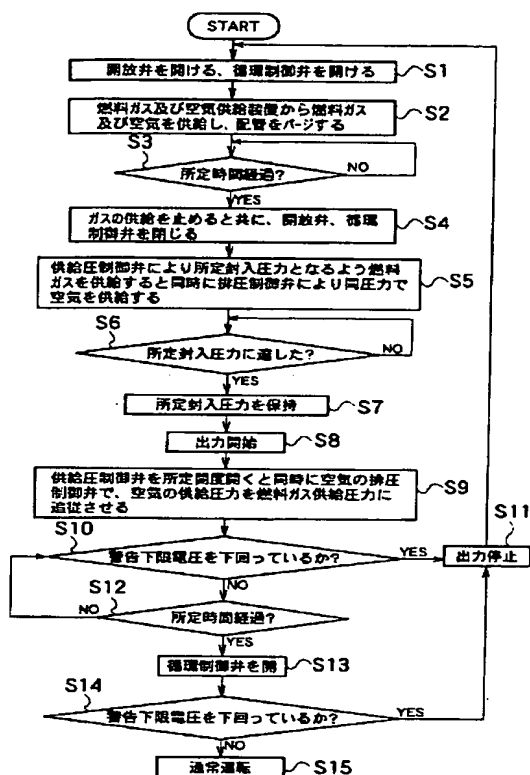
【図5】



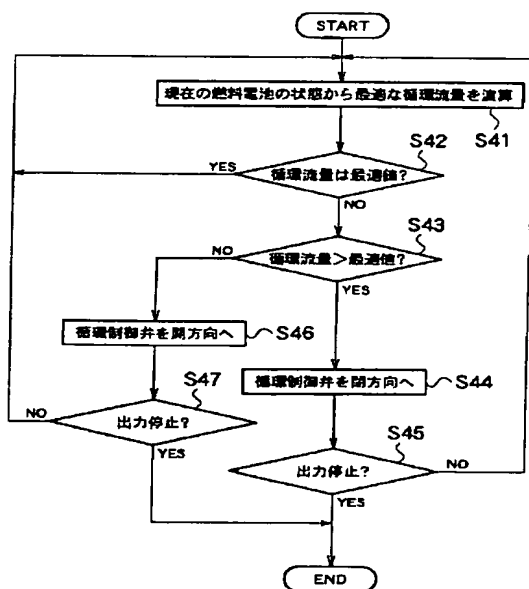
【図10】



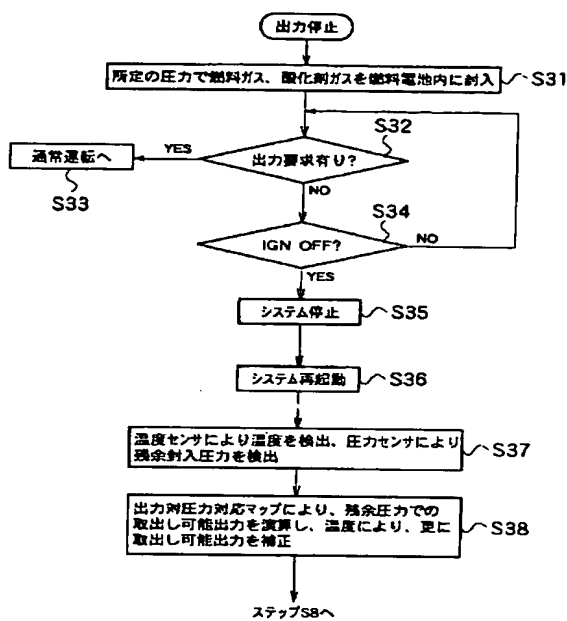
【図2】



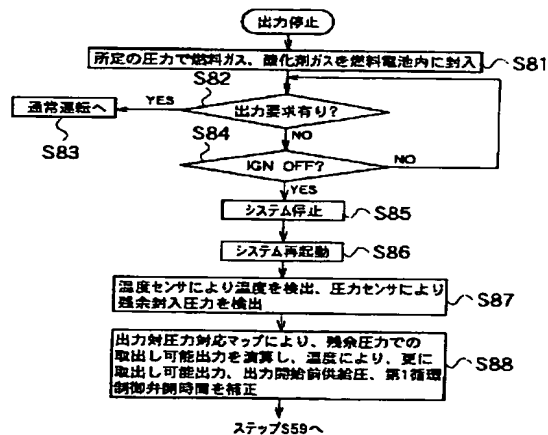
【図7】



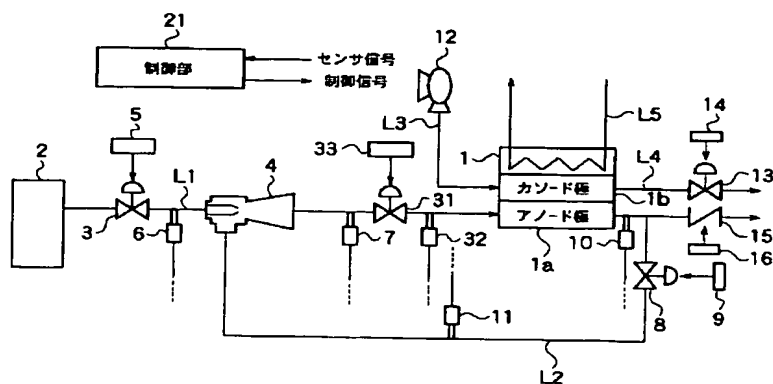
【図6】



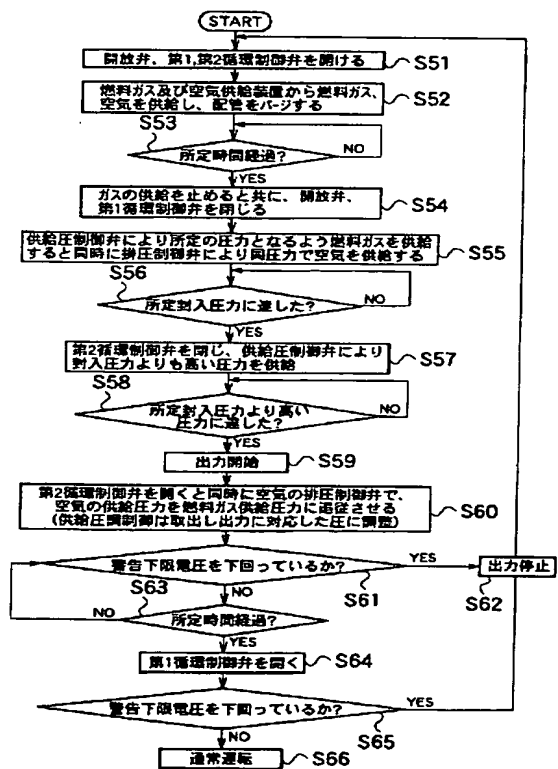
【図11】



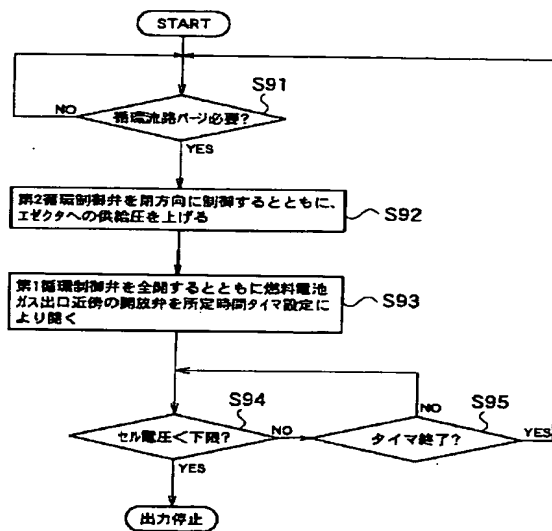
【図8】



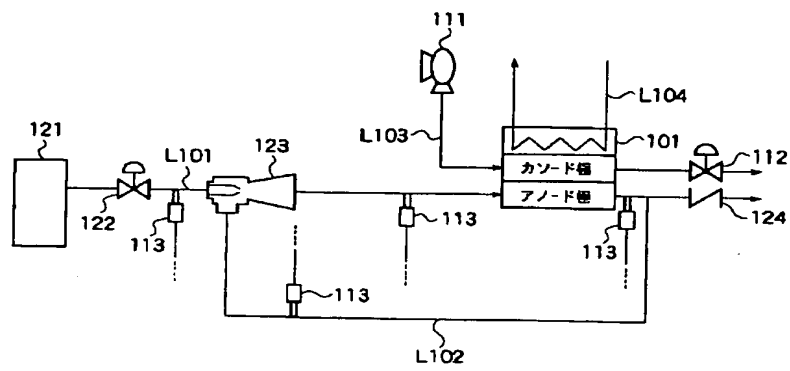
【図9】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.